



**Faculdade de Arquitectura  
Universidade Técnica de Lisboa**

# **CONSTRUIR COM A TERRA**

**Uma Proposta de Intervenção no Bairro do Barruncho, Odivelas**

**Susana Reis Duarte**

(Licenciada)

**Dissertação/Projecto para obtenção do Grau de Mestre em Arquitectura**

**Orientador Científico:**

Prof. Dr. Arq. Pedro Rodrigues

**Co-Orientador:**

Prof. Dr. Eng. Jorge Bastos

**Jurí:**

Presidente: Professor Doutor Miguel Baptista Bastos

Vogais:

Professor Doutor Pedro Rodrigues

Professor Doutor Francisco Oliveira

Lisboa, 11 de Novembro de 2013





## Resumo

O bairro do Barruncho, na freguesia de Póvoa de S. Adrião, Odivelas, é um bairro clandestino de habitações maioritariamente precárias habitado por um conjunto de diferentes etnias, sendo a população oriunda de Cabo Verde a que assume maior expressão.

Este é um exemplo claro da relação entre os problemas económicos, sociais, urbanísticos e habitacionais. A política sectorial comumente adoptada tenta lidar com cada uma destas questões em separado, delegando nos arquitectos a tarefa de desenhar soluções de projecto que respeitem, acima de tudo, as restrições económicas. Infelizmente, mesmo assim, no caso deste bairro, ainda não foi possível às entidades responsáveis reunirem os fundos necessários à concretização dos projectos, sendo esta uma situação que se arrasta à anos, tornando a situação cada vez mais gravosa.

A proposta defendida nesta dissertação assenta na ideia de que é possível encontrar uma solução integrada, específica para este bairro, que possa ser concretizável e que torne viável a reestruturação do bairro a todos os níveis, não só no presente, mas também numa perspectiva de sustentabilidade futura, contribuindo para a integração de todo o bairro, de forma activa, na sociedade actual.

A solução passa assim por utilizar os recursos locais, neste caso, a própria terra e mão-de-obra locais, vistos como potencial, capaz de reerguer o bairro e gerar uma iniciativa empreendedora de futuro, através de uma empresa de construção especializada em construção em terra-crua.

**PALAVRAS-CHAVE:** Terra-Crua, Auto-Construção, Habitação Social, Habitação Económica, Habitação Adaptável e Evolutiva.

## **Abstract**

Barruncho is a neighborhood of illegal houses, in Póvoa de S. Adrião, Odivelas, most of them in substandard conditions, inhabited by different ethnic groups, being the majority from Cape Verde.

This case is a clear example of the relation between the economic, social, urbanistic and housing problems. The sectorial policy commonly adopted tries to deal with each one of this questions in separated, delegating to the architects the task of drawing projects that respect, first of all, the budget restrictions. Unfortunately, in this neighborhood, it was still impossible to the responsible authorities to gather the necessary funding for the making of the project. This is a situation that goes on for years, now, making the situation more serious and complex.

The proposition defended in this dissertation is based in the idea that is possible to find an integrated solution, specific to this neighborhood, that can be executable and make the restructuration of the neighborhood viable in every level, not only at present, but also in the perspective of a sustainable future, contributing for the integration of the entire neighborhood, actively, in the society of today.

The solution is then based upon using the local resources, in this case, the very own local earth and man-power, saw as potential, capable of rebuilding the neighborhood and create a entrepreneur initiative of future, trough a company specialized in raw-earth construction.

**KEY-WORDS:** Raw-Earth, Self-Construction, Social Housing, Economic Housing, Adaptable and Evolutive Housing.

## Agradecimentos

Gostaria de em primeiro lugar agradecer à minha família, em particular aos meus pais, que sempre me apoiaram nas decisões que tomei, ajudando-me com os seus conselhos e em tudo o que puderam. Espero eu poder sempre estar lá para eles também.

Quero agradecer também aos meus orientadores, o Prof. Pedro Rodrigues e o Prof. Jorge Bastos, pelo tempo que despenderam no acompanhamento deste projecto.

Também devo um especial obrigado ao Sr. José Eduardo Gouveia, técnico de construção civil, por ter-se disponibilizado a acompanhar-me numa das suas obras de construção em taipa, permitindo-me ver como é feita a aplicação destas técnicas actualmente.

Queria aproveitar também para mencionar a Universidade Lusófona, que este ano abriu os seus *workshops* da "semana da arquitectura" a alunos de outras faculdades. O Estúdio de Bio e Auto-construção foi bastante interessante, tendo permitido experimentar algumas das técnicas estudadas para este trabalho, em particular os rebocos em terra, verificando inclusivamente o seu comportamento à intempérie à *posteriori*. Esperemos que iniciativas praticas, como estas, continuem a ser organizadas para enriquecimento de todos quantos queiram aprender. Um muito obrigado, por isso, aos professores coordenadores, que vêm à um par de anos a dedicarem-se às temáticas da sustentabilidade na construção, em particular à professora Maria João Matos. Um obrigado também ao Sr. Joaquim Reinecke da Embarro, que se aliou a esta iniciativa e partilhou connosco muito do seu conhecimento e experiência. Obrigado também à Elisa Matias por me ter facultado o acesso à biblioteca, e aos seus preciosos livros, indispensáveis na elaboração deste trabalho.

Por fim, obrigado a todos os meus colegas e amigos que partilharam comigo (e eu com eles) todos os dilemas que a elaboração de um projecto final de curso acarreta, ajudando-me sempre a manter a mente aberta.

O melhor agradecimento que a todos posso oferecer é fazendo um bom trabalho.

Espero tê-lo conseguido.



# Índice Geral

<b>I - Introdução.....</b>	<b>1</b>
<b>II - Estado da Arte.....</b>	<b>3</b>
<b>III - Matéria-Prima: A Terra.....</b>	<b>11</b>
3.1 Origem e Extração .....	11
3.2 Características .....	13
3.2.1 Composição.....	13
3.2.2 Testes de Caracterização .....	15
3.2.3 Métodos de Estabilização.....	17
3.2.4 Vantagens e Desvantagens .....	21
Vantagens: .....	21
Desvantagens:.....	22
<b>IV - Sistemas Construtivos .....</b>	<b>23</b>
4.1 Terra Crua usada como Construção Monolítica e Estruturante .....	25
4.1.1 Terra Escavada.....	25
4.1.2 Terra Modelada .....	26
4.1.3 Terra Prensada (Taipa).....	27
4.1.4 Terra Empilhada ( <i>Cob</i> , em Inglaterra, ou <i>Bauge</i> , em França).....	32
4.1.5 Terra Vazada (ou Terra Plástica).....	34
4.2 Terra Crua usada como Alvenaria Portante .....	35
4.2.1 Torrões de Terra (ou Blocos Talhados).....	35
4.2.2 Blocos Cortados .....	35
4.2.3 Adobe Manual.....	36
4.2.4 Adobe (Moldado e Mecânico).....	36
4.2.5 Blocos Apilados .....	41
4.2.6 Blocos Prensados (ou Blocos de Terra Comprimida - BTC) .....	41
4.2.7 Terra Extrudida .....	44
4.2.8 Terra Ensacada (ou Super Adobe).....	45
4.3 Terra Crua usada como Enchimento de uma Estrutura de Suporte.....	48
4.3.1 Terra de Recobrimento (ou Guarnição).....	48
4.3.2 Terra sobre Engradado .....	51
4.3.3 Terra-Palha.....	52
4.3.4 Palha Enrolada .....	53
4.3.5 Terra como Enchimento .....	53
4.3.6 Terra para Cobertura .....	54
4.4 Terra Crua como Argamassa e Revestimento .....	58
4.4.1 Argamassa.....	58
4.4.2 Reboco e Pinturas.....	59
4.5 Terra Crua como Pavimento .....	64
4.6 Fundações.....	67
4.7 Coberturas .....	69
4.8 Resistência a Acções Horizontais .....	71
4.9 Implicações em Arquitectura .....	74
4.10 Viabilidade Económica .....	78
<b>V - Arquitectura em Terra .....</b>	<b>81</b>

5.1 As Origens.....	81
5.2 A Terra no Território Português.....	86
5.3 Casos de Estudo dos Dias de Hoje.....	88
5.3.1 No Mundo.....	88
▪ Bairro de La Luz, Albuquerque, Novo México, EUA (1967-74) .....	90
▪ Programa habitacional na ilha de Mayotte, Departamento francês no Sudeste de África (anos 80 do séc. XX).....	91
▪ Le Domaine de la Terra, L'isle d'Abeau, França (1982-85).....	91
▪ Moradias Geminadas Ecovila de Kassel, Alemanha (1985).....	92
▪ Escritórios, Nova Deli, Índia (1991).....	93
▪ Habitação e Escritório em Kassel, Alemanha (1993) .....	94
▪ Quinta, Wazirpur, Índia (1993).....	95
▪ Casa do Pomar em Itapeperica da Serra, São Paulo, Brasil (1996).....	96
▪ Residência Tucson, Arizona, EUA .....	97
▪ Vikas Community, Índia (1992-1998).....	98
▪ Centro para os Invisuais, Cidade do México, México (2000).....	99
▪ Habitação, La Paz, Bolívia (1999).....	100
▪ Edifício de Arrumos, Zurique, Suíça (2002).....	100
▪ Hobbit House, Wales, Reino Unido (2003) .....	101
▪ Haus Ihlow - Habitação, Alemanha (2005).....	102
▪ Escola em Rudrapur, Bangladesh (2005).....	103
▪ Casa Peñalolén, Peñalolén, Chile (2005) .....	104
▪ Back 40 House, Tucson, Arizona, E.U.A. (2006).....	105
▪ Centro Interpretativo Nk'Mip Desert, Osoyoos, Colombia Britânica, Canadá (2006).....	106
▪ Casa Terracota, Vila Leyva, Colômbia (2008) .....	107
▪ Johanna House, Victoria, Austrália (2005-08).....	108
▪ Casa Rauch, Schlins, Áustria (2005-08) .....	109
▪ The Undercroft, Wales , Reino Unido (2009).....	110
▪ Casa Munita Gonzalez, Batuco, Santiago, Chile (2010).....	111
5.3.2 Em Portugal .....	112
▪ Atelier, S. Luís, Odemira (1993-95) .....	113
▪ Herdade da Matinha, Santiago do Cacém (1997) .....	114
▪ Mercado de S. Luís, S. Luís, Odemira (1998) .....	115
▪ Habitação, Pica Noz, Odeceixe, Aljezur (2002) .....	116
▪ Turismo Rural, Cerro da Borrega, Odemira (2002).....	117
▪ Habitação, Caldeirinha, Troviscais, Odemira (2002-03) .....	118
▪ Habitação, Salvada, Beja (2006).....	119
▪ Adega, Herdade do Rocim, Cuba (2007) .....	120
▪ Habitação, Arruda dos Vinhos (2005-08).....	121
▪ Centro de Monotorização de ETAR, Évora (2010) .....	122
<b>VI - Proposta de Intervenção no Bairro do Barruncho .....</b>	<b>123</b>
6.1 O Bairro.....	124
6.2 Análise do Lugar .....	126
6.2.1 Localização e Caracterização.....	126
6.2.2 Caracterização Socio-Económica .....	127
6.2.3 Clima .....	130
6.2.4 Caracterização Geo-Morfológica.....	131
6.3 Estratégia de Reabilitação Urbana .....	132
6.3.1 Ideias de Viabilidade .....	132
6.3.2 A Estratégia Urbana.....	136
6.3.2.1 -1º Requalificar o Espaço Público.....	137
6.3.2.2 -2º Manter e/ou reabilitar as Habitações Existentes (sempre que viável).....	140
Abordagem Estratégica para as Novas Habitações.....	141
Tipos e Tipologias das Novas Habitações .....	144

Tipo A .....	145
Tipo B .....	146
Tipo C .....	147
Método Construtivo .....	148
Adaptação ao Terreno .....	154
6.3.2.3 -3º Construir Equipamentos de Apoio à População .....	156
Associação de Moradores .....	156
Creche .....	157
Biblioteca e Café / Restaurante .....	157
Pavilhão Desportivo .....	158
Estação de Metropolitano da Póvoa de S. Adrião .....	158
Outras áreas de comércio e serviços .....	159
6.4.2.4 -4º Manter e Expandir, quando possível, as Hortas Urbanas Existentes .....	160
6.3.2.5 Faseamento do Projecto .....	161
<b>VII - Conclusão .....</b>	<b>163</b>
<b>VIII - Bibliografia .....</b>	<b>164</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>1</b>
Anexo 1 Principais Áreas de Localização da Arquitectura de Terra .....	1
Anexo 2 Localização Geográfica das Principais Técnicas de Construção em Terra Crua em Portugal Continental .....	1
Anexo 3 Tipos de Cal e Outras Informações .....	2
Anexo 4 Técnica de Sgraffito .....	2
Anexo 5 Erosão Natural da Taipa em 20 anos .....	3
Anexo 6 Bairro do Barruncho .....	5
Anexo 7 Bairro do Barruncho Vista Aérea .....	7
Anexo 8 Evolução Histórica do Edificado .....	9
Anexo 9 Materialidades do Edificado .....	9
Anexo 10 Equipamentos e Serviços .....	10
Anexo 11 Nova área de Intervenção .....	11
Anexo 12 Proposta Urbana - Espaços Públicos .....	12
Anexo 13 Proposta Urbana - Hierarquia de Percursos / Estacionamento .....	13
Anexo 14 Habitações Novas vs Habitações Reabilitadas .....	14
Anexo 15 Nº de Pisos do Edificado Existente .....	15
Anexo 16 Tipologias do Edificado Existente .....	16
Anexo 17 Localização dos Tipos de Habitação .....	17
Anexo 18 Lista Total das 112 Variantes .....	18
Anexo 19 O Bambu .....	21
Anexo 20 Equipamentos Públicos .....	24
Anexo 21 Hortas Urbanas .....	25
Anexo 22 Faseamento - Unidades de Execução .....	26
Anexo 23 Painéis Finais .....	27





## Lista de Imagens

Fig. 1 Ennis House, Los Angeles, 1924, Arq. Frank Lloyd Wright.....	4	Fig. 24 Grutas de Mogao, China .....	25
Fig. 2 Pottery House, Santa Fé, Novo México, 1985, Arq. Frank Lloyd Wright.....	4	Fig. 25 Matmata, Tunísia .....	25
Fig. 3 Cooperative Homestead Project, Madison Heights, Michigan, 1941, Arq. Frank Lloyd Wright.....	5	Fig. 26 Terra Modelada.....	26
Fig. 4 Planta da aldeia de Nova Gurna e uma das suas ruas .....	5	Fig. 27 Casa Somba, Benin / "Cabana-Granada" ou "Casa -Obus" da etnia Mousgoum, Camarões / Celeiro em Cuernavaca, México .....	26
Fig. 5 Entrada da Exposição Internacional "As Arquiteturas de Terra", 1981, Centro Georges Pompidou, Paris.....	6	Fig. 28 Construção de Silos em Terra Moldada, Burkina Faso, Nigéria e Togo, África .....	26
Fig. 6 "Domaine de la Terre", 1982-85.....	7	Fig. 29 Composição dos Taipais para a construção em Taipa.....	27
Fig. 7 Construção de Iglu .....	11	Fig. 30 Taipal Deslizante .....	27
Fig. 8 Hotel Salar, Bolívia.....	11	Fig. 31 Taipais Especiais.....	27
Fig. 9 Mastaba de Djoser, Saqqarah, Egipto, séc. XXVI a. C., desenhada por Imhotep .....	11	Fig. 32 Tipos de Pilões (Manuais, Pneumáticos e Vibratórios) .....	28
Fig. 10 Estratificação Esquemática do Solo .....	12	Fig. 33 Malho de Compactação.....	28
Fig. 11 Forma Tradicional de Extração e Homogeneização da Terra.....	13	Fig. 34 Construção através de Taipa, Marrocos e China .....	28
Fig. 12 Classificação da Terra com base na sua Composição.....	13	Fig. 35 Juntas Oblíquas .....	29
Fig. 13 Dimensão dos Constituintes do Solo, em mm.....	13	Fig. 36 Encaixe macho-fêmea no encontro de paredes contínuas .....	29
Fig. 14 Integração dos constituintes da terra de diferentes granulometrias no preenchimento dos vazios.....	14	Fig. 37 Construção em Taipa .....	29
Fig. 15 Munsell Soil Color Charts.....	16	Fig. 38 Taipa com Sistema de Cofragem Perdida .....	30
Fig. 16 Testes de Terra com Diferentes Misturas de Areia .....	17	Fig. 39 Resistência à Compressão, Flexão e ao Corte, para diferentes tipo de paramentos, taipa (não estabilizada e estabilizada), betão e tijolo, respectivamente .....	31
Fig. 17 Diferentes estabilizadores e aditivos e seus efeitos na retracção e resistência à compressão, flexão e coesão.....	19	Fig. 40 P.I.S.E. ....	31
Fig. 18 Desagregação e Mistura da Massa de Terra com os Pés .....	20	Fig. 41 Construção através de Terra Empilhada .....	32
Fig. 19 Dispendio energético associado a diferentes tipos de paramentos, taipa (não estabilizada e estabilizada), betão e tijolo, respectivamente .....	21	Fig. 42 Construção por Empilhamento de Terra .....	32
Fig. 20 Condutividade Térmica associada a diferentes tipos de paramentos, taipa, betão e tijolo, respectivamente.....	21	Fig. 43 Fabricação da Massa para o Cob.....	32
Fig. 21 Classificação dos Sistemas Construtivos, segundo o CRATerre.....	23	Fig. 44 Leipzig, Alemanha.....	33
Fig. 22 Classificação das Técnicas Construtivas em Terra segundo o Estado Físico.....	24	Fig. 45 Mesquita de Djulasob, Burkina Faso, 1890.....	33
Fig. 23 Divisão das Técnicas Construtivas em Terra segundo o Estado Físico .....	24	Fig. 46 Construção em Terra Vazada.....	34
		Fig. 47 Extração dos Torrões de Terra, Nigéria e Índia .....	35
		Fig. 48 Blocos de Laterite, Orissa, Índia .....	35
		Fig. 49 Adobe Moldado .....	36
		Fig. 50 Execução de Tubalis (direita) e Construção Hausa (esquerda), Nigéria .....	36
		Fig. 51 Construção com Pães de Terra Alternados, Alemanha, anos 20 .....	36
		Fig. 52 Fabrico de blocos de adobe em Sheikh Zayed, na Faixa de Gaza .....	36
		Fig. 53 Vários Tipos de Moldes .....	37

Fig. 54 Adobe Mecânico, muito comum no sudoeste dos EUA.....	37	Fig. 87 Entramado de Canas.....	49
Fig. 55 Processo de Execução do Adobe.....	38	Fig. 88 Entramado de Bambu Oblíquo - "Bambu-a-Pique".....	49
Fig. 56 Teste de Resistência do Adobe após Secagem.....	38	Fig. 89 Terra Projectada.....	50
Fig. 57 Construção em Adobe.....	39	Fig. 90 Pannel Modulado para Taipa de Mão.....	50
Fig. 58 Exemplos de Tipos de Aparelhos e Travamentos das Fiadas nos Encontros de Paramentos.....	39	Fig. 91 Garrafas de Terra.....	51
Fig. 59 Paramento em Adobe.....	39	Fig. 92 Exemplos de Taipa de Rodízio com Diferentes Estruturas em Madeira.....	51
Fig. 60 Muro em Adobe, Tucson, Arizona.....	39	Fig. 93 Torchis.....	51
Fig. 61 Construção de Cúpula sem Cofragem.....	40	Fig. 94 Construção em Terra Palha.....	52
Fig. 62 Abóbadas - juntas verticais e horizontais.....	40	Fig. 95 Teste de resistência em bloco de terrapalha.....	52
Fig. 63 Distribuição das Cargas sobre os Lintéis com Arcos de Tijolo de Burro (cozido) e Adobe.....	40	Fig. 96 Palha Enrolada.....	53
Fig. 64 Apiloamento de blocos.....	41	Fig. 97 Terra de Enchimento.....	54
Fig. 65 Construção em BTC.....	41	Fig. 98 Terra de Enchimento com Telas Têxteis.....	54
Fig. 66 Máquina de Produção de BTC.....	42	Fig. 99 Terra como Cobertura.....	54
Fig. 67 BTC's com ocos.....	42	Fig. 100 Coberturas Planas de Palha e Terra no Alto Atlas, Marrocos.....	55
Fig. 68 BTC de Encaixe desenvolvido pelo Auroville Earth Institute.....	42	Fig. 101 Coberturas em Terra, Síria.....	55
Fig. 69 BTC Furado de Encaixe.....	43	Fig. 102 Terra em Cobertura (Tibete, Mali e Peru).....	55
Fig. 70 Molde para BTC Furado e de Arestas Boleadas (Acústico) 30x14x8cm.....	43	Fig. 103 Casa de Salão Tradicional de Porto Santo, Madeira.....	55
Fig. 71 Cúpula do Centro Cultural de La Paz, Bolívia, 2000, Gernot Minke.....	43	Fig. 104 "Cobertura Verde" em cabanas de madeira, vale de Innerdalen, Noruega.....	56
Fig. 72 Outras Formas de BTC, Arq. Omar Rabie, Auroville.....	44	Fig. 105 Earth House, Dietikon, Suíça, 200, arq. Peter Vetsch.....	56
Fig. 73 Extrusão de Blocos de Terra Crua.....	44	Fig. 106 Exemplos Pormenores de Coberturas Verdes.....	57
Fig. 74 Exemplos de Paramentos com Terra Extrudida.....	44	Fig. 107 Enchimento com Toros de Madeira.....	58
Fig. 75 Empilhamento de Bloco Extrudido.....	45	Fig. 108 Alvenaria de Garrafas de Plástico ou de vidro com Argamassa de Terra.....	58
Fig. 76 Alvenaria de Terra Ensacada, projecto de Design Indaba, África do Sul.....	45	Fig. 109 Garrafa de Encaixe desenvolvida pelo Instant.....	59
Fig. 77 Joshua Tree Eco Home, Califórnia.....	45	Fig. 110 Aplicação do Reboco com as mãos, Índia.....	59
Fig. 78 Construção em Super Adobe, Guatemala, 1978.....	46	Fig. 111 Rebocos de Terra em África.....	59
Fig. 79 Execução de Alvenaria em Super Adobe.....	46	Fig. 112 Fogão em Terra.....	60
Fig. 80 Construção em Super Adobe.....	47	Fig. 113 Tabela de Misturas para Reboco.....	60
Fig. 81 Construção em Super Adobe.....	47	Fig. 114 Reboco <i>Esgrafitado</i> , Timimoun, Argélia.....	61
Fig. 82 Habitação em Super Adobe, Utah, E.U.A., 1998, Kaki Hunter e Donald Kiffmeyer.....	47	Fig. 115 Rebocos de Terra na Arábia.....	61
Fig. 83 Wattle and Daub.....	48	Fig. 116 Habitações em Sirigu, Gana.....	61
Fig. 84 Taipa de Fasquio.....	48	Fig. 117 Pavimento de Terra e Óleo de Linhaça.....	64
Fig. 85 Formas de Colocação das Varas - de um lado, alternado, ou paralelas dos dois lados.....	49	Fig. 118 Pavimentação em Terra Crua e Madeira.....	65
Fig. 86 Execução de Técnica de Pau-a-Pique.....	49	Fig. 119 Fundação em Betão Ciclópico e em Betão Armado.....	67

Fig. 120 Criação de pendente junto à base da parede .....	68	Fig. 153 Edifício em Taipa, 1928, Weilburg, Alemanha .....	84
Fig. 121 Poial, Alcoutim, Algarve.....	68	Fig. 154 Mesquita de Al-Muhdar, 1914 .....	84
Fig. 122 Construção de uma abóbada núbia.....	69	Fig. 155 Borough House, 1821, Dr. William Wallace Anderson .....	84
Fig. 123 Construção de Abóbada Núbia, sem Cofragem.....	69	Fig. 156 Holy Cross Church, Stateburg, Carolina do Sul, 1850-52, Arq. Edward C. Jones .....	85
Fig. 124 Abóbada Afegã.....	69	Fig. 157 Habitação Social em Taipa, Gardendale, Alabama, 1936 .....	85
Fig. 125 Abóbada em BTC construída sem cofragem, vão de 10,35m .....	70	Fig. 158 Muralha de Paderne .....	86
Fig. 126 Abóbada de Arcos Abatidos.....	70	Fig. 159 Fachada do Paço de Vila Viçosa.....	86
Fig. 127 Módulo em T de Taipa Reforçada com bambu .....	71	Fig. 160 Casas em Taipa, Vila Boim, Elvas.....	86
Fig. 128 Cruzetas em Paramento de Taipa .....	72	Fig. 161 Monte Alentejano.....	87
Fig. 129 Exemplos de Reforço Anti-Sísmico - Vertical e/ou Horizontal .....	72	Fig. 162 Casa de Pedra e Tabique, Granja do Tedo, Tabuaço.....	87
Fig. 130 Dimensionamento dos Vãos.....	73	Fig. 163 Casas junto à Ria de Aveiro .....	87
Fig. 131 Chanframento dos Cunhais .....	73	Fig. 164 Museu de Arte do Novo México, EUA.....	89
Fig. 132 Reforço dos Cunhais com Betão Armado .....	73	Fig. 165 Planta do Complexo / Entrada de uma Habitação / Interior de uma Habitação .....	90
Fig. 133 Detalhes de Cerâmica embutido na Parede .....	75	Fig. 166 Vista Aérea.....	90
Fig. 134 Entradas de Luz feitas com Garrafas de Diversos Formatos.....	75	Fig. 167 Pátio .....	90
Fig. 135 Arcos e Cúpulas em Adobe.....	75	Fig. 168 Cooperativa de Artesãos, 1981, arq. Vincent Liétar.....	91
Fig. 136 Exploração da Cor Natural da Terra em Construção de Taipa .....	75	Fig. 169 Alojamento de Funcionários .....	91
Fig. 137 Casa em <i>Cob</i> de José Juan e Yadi .....	75	Fig. 170 Vista Exterior .....	92
Fig. 138 Casa de Banho em Terra Crua.....	76	Fig. 171 Planta / Vista para o Jardim de Inverno / Escritório / Hall de Entrada / Jardim de Inverno.....	92
Fig. 139 Quebra-luz moldado na Parede .....	76	Fig. 172 Traseiras / Planta / Fachada Principal / Aplicação do Reboco / Execução da Cúpula com Guia.....	93
Fig. 140 Várias peças de Mobiliário Embutido feitos em Terra Crua.....	76	Fig. 173 Entrada / Pormenores do Edifício / Corte / Planta / Construção de uma das cúpulas .....	94
Fig. 141 Construção em Terra Crua .....	77	Fig. 174 Planta / Corte da Fachada Norte / Vista Exterior do Lado Norte / Vista do Quarto .....	95
Fig. 142 Habitação em <i>Cob</i> , Somerset, Inglaterra .....	77	Fig. 175 Vista Exterior .....	96
Fig. 143 Habitação em Terra, Irlanda.....	77	Fig. 176 Vista Exterior / 2º Piso / 1º Piso.....	96
Fig. 144 Ramasseum, 1.300 a.C. ....	81	Fig. 177 Construção da Ampliação .....	96
Fig. 145 Aldeia de Ait-Bem-Haddou, em Marrocos.....	81	Fig. 178 Planta .....	97
Fig. 146 Mesquita de Djenné, Timbuktu, Mali ..	81	Fig. 179 Vista Exterior / Escada Exterior em Taipa / Corredor Exterior / Alpendre entre os Edifícios / Entrada com Canal de Água Lateral / Cozinha .....	97
Fig. 147 Cidade Antiga de Shibam, Iémen.....	81	Fig. 180 Vista da Bomba de Vento .....	98
Fig. 148 Cidadela de Chan Chan, 850-1450 d.C., Peru .....	82	Fig. 181 Cozinha Comum .....	98
Fig. 149 Taos, Novo México, EUA.....	82	Fig. 182 1º Bloco de 4 apartamentos.....	98
Fig. 150 Habitações em Adobe, Ksar Ouled Soltane, na Tunísia .....	83	Fig. 183 3º Bloco de 13 apartamentos / Quarto / Sala.....	98
Fig. 151 Hakka, na Província de Fujian, China ..	83	Fig. 184 Corte Transversal e Corte Construtivo ..	98
Fig. 152 Milton Abbas, Inglaterra - Técnica de <i>Cob</i> .....	84	Fig. 185 Planta e Vistas Exteriores .....	99

Fig. 186 Planta e Vistas Exteriores .....	100	Fig. 212 Vistas Exteriores das Fachadas.....	115
Fig. 187 Planta e Vistas Exteriores .....	100	Fig. 213 Planta e Corte / Vista Exterior / Sala / Asna da Cobertura / Pátio Central.....	116
Fig. 188 Vista Exterior / Planta e Corte / Interior .....	100	Fig. 214 Planta e Corte / Vistas Exteriores e Interiores.....	117
Fig. 189 em cima: Vista Exterior / Imagens do Interior / Estrutura de Madeira - à esquerda: Vão / Construção em Fardos de Palha / Pátio Exterior .....	101	Fig. 215 Vistas Exteriores.....	118
Fig. 190 Fachada Principal Sul / Plantas e Corte / Vista Interior .....	102	Fig. 216 Vista Exterior e Perspectivas da Sala	118
Fig. 191 Vista Exterior.....	103	Fig. 217 Vista Exterior.....	118
Fig. 192 Corte Transversal.....	103	Fig. 218 Vista Exterior e Pormenor do Tecto ..	119
Fig. 193 Estrutura da Cobertura em Bambu.....	103	Fig. 219 Vista Exterior / Vista Interior / Muro Exterior em Taipa / Vista das Coberturas / Cortes Construtivos.....	119
Fig. 194 Piso Inferior em Taipa .....	103	Fig. 220 Vista Exterior / Transporte da Terra / Estrutura dos Taipais Deslizantes .....	120
Fig. 195 Piso Superior em Bambu .....	103	Fig. 221 Vista Exterior.....	120
Fig. 196 Vista Exterior / Estrutura metálica e armação em rede / Estrutura rebocada .....	104	Fig. 222 Planta / Composição da Fachada / Detalhe da Fachada / Vista Exterior / Estrutura de Madeira em construção / Acesso ao Deck Superior / Aplicação da Terra no Tabique .....	121
Fig. 197 Vista Exterior / Vista Interior / Planta e Cortes / Janela.....	105	Fig. 223 Vista Exterior.....	122
Fig. 198 Fachada Principal / Planta e Corte / Pormenor Construtivo.....	106	Fig. 224 Bairro do Barruncho - Vista de Sul ...	126
Fig. 199 Eflorescências na Parede .....	106	Fig. 225 Localização do Bairro do Barruncho .	126
Fig. 200 À esquerda em cima: chuveiro / lavatório; À esquerda: clarabóia e candelabro do átio; De cima para baixo: fachada principal / canteiros no terraço / clarabóia e terraço / escada no átrio / lareira no átrio / quarto .....	107	Fig. 226 Vista do Bairro para o Muro da Escola .....	126
Fig. 201 Pátio central / Plantas / Vista do exterior / Processo Construtivo - Compactação.....	108	Fig. 227 Hortas Urbanas .....	127
Fig. 202 Vista Exterior.....	109	Fig. 228 Alojamentos e População Residente, segundo o PER.....	127
Fig. 203 Corte Construtivo.....	109	Fig. 229 Pirâmide Etária da População Residente .....	128
Fig. 204 Casa Rural Defensiva, Arábia Saudita .....	109	Fig. 230 Etnia e Nacionalidade da População Residente.....	128
Fig. 205 Museu de Schaulager, Basileia, Suíça, 2002/03 arq.os Herzog & Meuron .....	109	Fig. 231 Localização dos indivíduos entrevistados e respectivas sub-comunidades .....	129
Fig. 206 Vista Exterior / Vista Exterior no Inverno / Sala Interior / Estufa / Entrada / Estrutura da Cobertura com Clarabóia.....	110	Fig. 232 Número de Elementos dos Agregados Famíliares e Tipologia Familiar.....	129
Fig. 207 Vista Exterior (Norte) / Plantas / Construção da Cobertura / Construção / Interior da Sala / Vista Exterior da Entrada (Sul) .....	111	Fig. 233 Excerto da Carta de Declives do PDM .....	131
Fig. 208 Atelier, Odemira, 1993/95, arq. Alexandre Bastos .....	113	Fig. 234 Carta Geológica do PDM.....	131
Fig. 209 Casa de Baixo / Casa de Cima / Sala da Casa de Cima .....	114	Fig. 235 Excerto da Carta de Solos do PDM...	131
Fig. 210 Casa de Cima / Sala da Casa de Cima	114	Fig. 236 Banco em Taipa com Topo em Cimento .....	139
Fig. 211 Vistas Exteriores e Detalhe de Deterioração da Fachada.....	115	Fig. 237 Evolução Tipológica, Bairro da Malagueira, arq. Siza Vieira .....	143
		Fig. 238 Cobertura Verde .....	151
		Fig. 239 Vegetação Rasteira em Cobertura Verde .....	151

## **Acrónimos e Abreviaturas**

<b>BTC('s)</b>	Bloco(s) de Terra Comprimido(s)
<b>CRATerre</b>	Centre de Recherche d'Architecture de Terre
<b>CSEB</b>	Compressed Soil Earth Block (ou bloco de terra comprimido)
<b>EUA</b>	Estados Unidos da América
<b>ha</b>	hectare ( = 10.000m <sup>2</sup> )
<b>LNEG</b>	Laboratório Nacional de Energia e Geologia
<b>PDM</b>	Plano Director Municipal
<b>PT</b>	Portugal Telecom (Companhia de Telecomunicações)
<b>REN</b>	Rede Ecológica Nacional



# **I - Introdução**

Este trabalho desenvolve-se no seguimento do projecto de 1º semestre para Lab. de Projecto VII, subordinado ao tema geral "Redesenhar e Requalificar o Lugar Informal - O Bairro na Cidade - O Bairro do Barruncho, Odivelas", orientado pelo Prof. Pedro Rodrigues.

O desafio desta área de estudo consiste em intervir de forma sustentável de modo a qualificar o bairro de génese ilegal do Barruncho, em Odivelas, caracterizado pela grande concentração de habitações precárias e insalubres e, por isso mesmo, considerado Área Crítica de Reabilitação e Reconversão Urbana (ACRRU).

Neste sentido, e após o estudo que foi desenvolvido durante o 1º semestre para ficar a conhecer melhor o Bairro do Barruncho (a sua identidade, vivências, especificidades, assim como a sua área envolvente) conclui que o tema "Construir com a Terra" apresentava-se como apropriado ao contexto de intervenção.

De certa forma, as tipologias simples, de pequenas dimensões, sempre que possível associadas a um pátio, assim como o tipo de construção autoportante, trazem à memória as tipologias das habitações populares do Alentejo rural, na sua origem construídas em terra, normalmente a taipa.

A este factor que advém da memória, associa-se também o facto de que a terra, como matéria-prima, é um material fortemente ecológico, quando existente nas proximidades do local onde se pretende construir. Principalmente em termos de economia (monetária e energética), é extremamente vantajoso, uma vez que não requer a transformação dada pela cozedura em forno. Assim, esta opção construtiva ganha uma relevância maior, se for tida em conta a condição de construir segundo as normas de habitação a custos controlados.

No entanto, "Construir com a Terra" não se resume apenas à construção utilizando como matéria-prima a terra. É muito mais que isso. Não só reflecte aquilo que é a premissa de qualquer projecto de tomar como referência e ponto de inspiração o próprio lugar, mas também vai mais longe e propõe uma forma de intervenção que tira partido dos residentes do bairro como mão-de-obra. Esta é, a meu ver, uma sugestão pertinente, principalmente se tivermos em conta que a maioria da população masculina, agora desempregada, trabalhava na construção civil. O objectivo, no limite, seria instruí-los numa nova (ou antiga) forma de construção (que, diga-se, ainda não dispõe de grande oferta, em particular, na região centro), enriquecendo os seus conhecimentos através da experiência, podendo assim ser uma mais-valia para o seu futuro, sendo uma possível estratégia de viabilização económica a longo prazo do bairro. À semelhança do que foi a construção do Palácio de Mafra para a formação da "Escola de Mafra", com repercussões em todos os monumentos régios e religiosos seguintes, também a construção do bairro do Barruncho poderia originar algo semelhante,

mesmo que de proporções mais modestas, podendo fazer ressurgir esta forma de construção, outrora dominante no nosso país.

Sendo, então, o tema "Construir com a Terra", a primeira questão a ser colocada é a de disponibilidade da matéria-prima no bairro do Barruncho. Este é um dos primeiros pontos a tratar e, inclusivamente, condiciona mesmo a própria viabilidade do projecto. Não sendo possível aferir com rigor a constituição do solo existente, pode-se, no entanto, deduzir através da carta de solos do PDM que, mesmo que a área de intervenção não apresente matéria-prima na sua forma ideal, será sempre possível encontrar fontes alternativas nas proximidades do bairro, ou estabilizá-la com a adição de solos de características opostas ou outros componentes, como iremos ver ao longo deste trabalho.

Ultrapassada esta questão, surgem outras mais desafiadoras.

Uma vez que se pretende desenvolver um projecto usando a terra crua como matéria-prima, torna-se necessário conhecer bem o material, as suas características e potencialidades. Será necessário estudar os sistemas construtivos que proporciona, em todos os seus aspectos.

Também é de extrema relevância conhecer aquilo que foi a evolução do uso deste material ao longo dos tempos e na sua dispersão geográfica, não deixando de fora o Portugal dos dias de hoje. O objectivo será dar a conhecer todas as vastas possibilidades que a construção em terra oferece, mesmo que a solução do projecto final opte apenas por algumas delas.

Conhecer as implicações deste modo de construir para a arquitectura e para a sua espacialidade mostrando que estas não têm de estar ligadas necessariamente a estéticas do passado é, no fim de contas, o grande objectivo, e espera-se que este projecto de investigação possa ajudar a encontrar a desmistificar esta questão, facilitando, assim, a transposição e aplicação destes conhecimentos num projecto e numa proposta de intervenção real, neste caso em concreto, na qualificação do bairro do Barruncho.



## II - Estado da Arte

A construção em terra é uma das mais antigas formas de construção existente e, geograficamente, a sua utilização estende-se a todos os cinco continentes, sempre que a matéria-prima se apresentava disponível.

A sua aplicação vem inclusivamente descrita naquele que é considerado o mais antigo manual de arquitectura que chegou até nós: *Os Dez Livros de Architectura*, de Vitruvius. No Livro II todo um capítulo foi destinado à construção de alvenarias de adobe, desde a fabricação ao tipo de aparelhamento<sup>1</sup>.

Em Portugal, o uso da terra crua como material de construção é sobretudo visível na metade sul, uma vez que a norte predominam as pedras graníticas, usadas também como matéria-prima de construção. Exemplos da sua utilização são ainda visíveis, sobretudo no Alentejo e Algarve, mas também ao longo do vale do Tejo e mais a norte, na zona de Aveiro, Bairrada, Mira e Castelo Branco, isto mesmo apesar de no último meio século o uso do tijolo cozido normalizado ter-se imposto de forma indelével na forma de construir em Portugal.

Existem vários sistemas construtivos que usam a terra como matéria-prima. Os mais relevantes, em Portugal, são a Taipa (construção de paredes autoportantes entre taipais, comprimindo camadas de uma mistura de terra, argila, cal e pedras, com cerca de 15cm, com um pilão), o Tijolo de Adobe (pasta de terra argila e cal, seco ao sol em formas paralelepípedicas, usadas como unidade de construção) e o Tabique (a massa de terra argilosa é usada para enchimento da estrutura em madeira ou bambu que forma as paredes, existindo diversas variantes para esta técnica mista). A terra também pode ser usada como argamassa em alvenarias de pedra, algo bastante comum na transição entre o Portugal do sul sedimentar e do norte granítico.

O facto de a construção em Portugal se basear principalmente no tijolo demonstra, de certa forma, a abundância da argila como matéria-prima no nosso país. Os motivos que levaram a optar pelo tijolo normalizado cozido em forno foram, não só a poupança de material e regularização das suas dimensões e características, mas, principalmente, a ideia de que o cozimento em forno industrial aumenta significativamente a resistência do material.

Numa altura em que a questão da economia e da sustentabilidade ganha cada vez mais importância e a construção se assume como uma consumidora de recursos bastante relevante (seja nos processos construtivos, seja no fabrico e transporte dos materiais, que muitas vezes não são reutilizáveis), torna-se pertinente reflectir sobre as formas de construir em Portugal e sobre os materiais utilizados.

---

<sup>1</sup> É inclusivamente feita menção a adobes fabricados com pozolanas (como a pedra-pomes), mais leves, impermeáveis e capazes de flutuar na água.

A construção em terra crua apresenta, quando bem aplicada e mantida, níveis de resistência perfeitamente aceitáveis. **Ken Kern** (arquitecto californiano que, a partir da década de 50, se dedicou à procura de formas de auto-construção sustentável) afirmava inclusivamente que a sua resistência aumenta com o passar do tempo. A cal, outra matéria-prima de origem natural, também contribui para esse feito. Em termos de conforto, a construção em terra, por si só, garante uma inércia térmica muito boa, assim como um bom isolamento acústico. Também importante é a capacidade de reutilização dos materiais de construção, uma vez que os mesmos são usados no seu estado natural e, como tal, também reduzem significativamente a factura energética associada.

É neste contexto que nas últimas duas décadas se têm vindo a desenvolver estudos e alguns projectos que tentam voltar a relançar a discussão em torno da construção em terra. Internacionalmente, este processo começou com **François Cointeraux** (n.1740-m.1830), construtor francês que, nos finais do séc. XVIII, fundou uma escola de arquitectura rural, em Paris, e publicou uma série de mais de 50 fascículos (*Ecole d'Architecture Rurale*), traduzidas em oito línguas, onde promovia a construção em taipa (*pisé de terre*) (principalmente devido à sua incombustibilidade), na época ainda visível no sul de França.

Muitos foram os arquitectos, incluindo muitos de renome internacional, que, desde essa altura foram, pontualmente, aplicando estes conhecimentos. **Adolf Loos** (n.1870-m.1933) desenhou entre 1921-24, habitações económicas em taipa em Heubergsiedlung<sup>2</sup>, Áustria. Também **Frank Lloyd Wright** (n.1867-m.1959) explorou o uso da terra crua nos seus projectos (ver Fig. 1) e desenhou edifícios em terra, como a Pottery House (Lloyd Burlingham House), em adobe, desenhada entre 1928-1942 (ver Fig. 2), e habitações económicas para auto-construção em taipa (Cooperative Homestead Project, desenvolvida no início dos anos 40, nunca finalizadas



Fig. 1 Ennis House, Los Angeles, 1924, Arq. Frank Lloyd Wright

Uma das 4 habitações construída com os famosos "textile blocks", neste caso, de terra do próprio local estabilizada com cimento, traduzindo uma clara influência Maya.

Fonte: [http://fernandaezabella.folha.blog.uol.com.br/arch2011-08-14\\_2011-08-20.html](http://fernandaezabella.folha.blog.uol.com.br/arch2011-08-14_2011-08-20.html).



Fig. 2 Pottery House, Santa Fé, Novo México, 1985, Arq. Frank Lloyd Wright

Uma de 2 das habitações construídas com base nos desenhos do arquitecto após a sua morte.

Fonte: <http://www.flw-potteryhouse.com>.

<sup>2</sup> O principal motivo era a falta de matéria-prima após a 1ª Guerra Mundial. Mesmo durante a 2ª Grande Guerra, na Alemanha, continuou-se a política de construção em terra de forma a poupar o "aço e o cimento para a construção de arma e bunkers". Fonte: RAEL, Ronald - *Earth Architecture*.

devido à Grande Guerra, ver Fig. 3), e mesmo **Corbusier** (n.1887-m.1965) partilhou destas ideias tendo escrito, em 1942, o livro *Les Construction Murrondins* descrevendo as técnicas construtivas da taipa e dos blocos de terra comprimidos, aplicável aos mais variados edifícios. Os seus projectos destinavam-se especialmente aos refugiados de guerra, segundo uma lógica de auto-construção, tendo mesmo elaborado, em 1947-48, planos para toda uma cidade habitacional construída em taipa, em Sainte-Baume, perto de Marselha (projecto não concluído devido ao desaparecimento do cliente). Também o arquitecto mexicano **Luis Barragán** (n.1902-m.1988) utilizou o adobe nos seus primeiros projectos, demonstrando bem a internacionalização de todo este pensamento.

Já em pleno Movimento Moderno, caracterizado pela introdução do aço e do vidro, muitos destes projectos justificam-se pela escassez destes materiais em virtude das Grandes Guerras Mundiais (1914-18 e 1939-45).

Num outro contexto, no Egipto, **Hassan Fathy** (n.1900-m.1989) tornou-se uma das maiores referências internacionais em termos de construção em terra crua pela forma como se propôs em resolver os problemas de escassez de habitação das classes baixas do país. Para tal decidiu utilizar a terra como material de construção (em oposição ao betão, mais dispendioso e ineficiente) e reabilitar um sistema construtivo antigo, que se estava a perder (a construção das abóbadas núbias que não necessitam de cofragem). As habitações eram auto-construídas integrando lógicas de

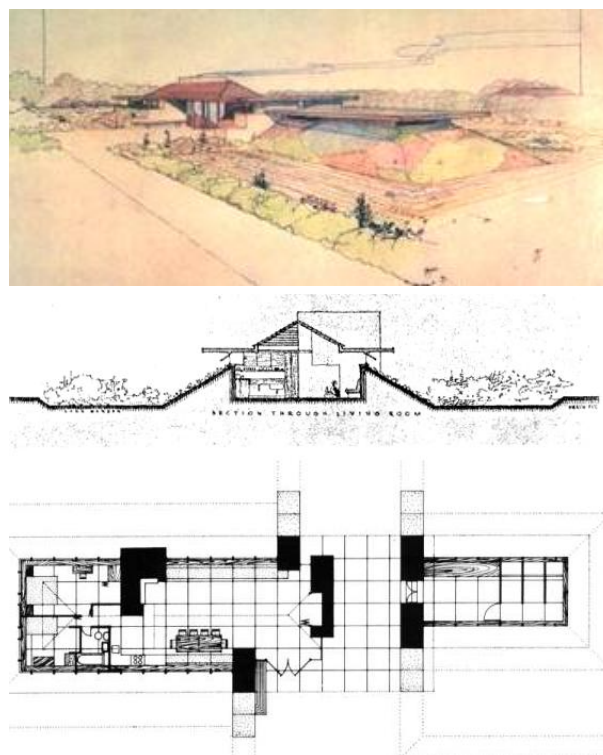


Fig. 3 Cooperative Homestead Project, Madison Heights, Michigan, 1941, Arq. Frank Lloyd Wright

Fonte: <http://eartharchitecture.org/index.php/?archives/P63.html>.

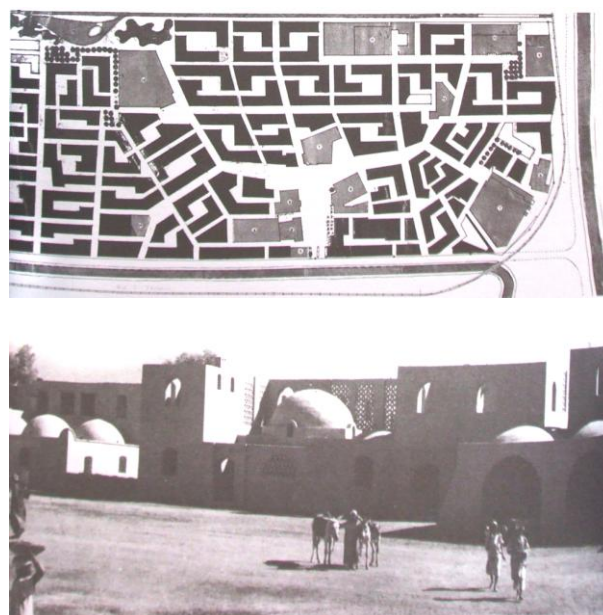


Fig. 4 Planta da aldeia de Nova Gurna e uma das suas ruas. Os edifícios assinalados correspondem aos diversos equipamentos como as escolas para rapazes e raparigas ou a mesquita e o teatro. Destaque para o mercado no canto inferior direito.

Fonte: FATHY, Hassan (1969) - *Arquitectura para os Pobres*.

ventilação passiva e funcionavam também como forma de desenvolver a economia das aldeias do interior através do ensino de novos ofícios, criando um projecto sustentável a todos os níveis, e pensado igualmente à escala urbana, integrando todos os equipamentos e valências necessários à vida das novas aldeias. O seu projecto mais emblemático foi, sem dúvida, a cidade de Nova Gurna (ver Fig. 4), construída entre 1945-48, embora nunca totalmente terminada.

Apesar de tudo isto, o paradigma da construção em terra só começou realmente a alterar-se a partir da década de 70/80, um pouco em resposta à crise energética de 1973<sup>3</sup> e ao desenvolvimento de teorias ligadas à ecologia, assim como, em resultado do início de uma mudança de diálogo entre a Europa e os países do terceiro mundo, liderado, em particular, pela França, no âmbito de políticas de assistência técnica na área da habitação e do urbanismo.

Já mais recentemente, surge outro grande impulsionador deste renascimento, o arquitecto **Jean Dethier** (n.1939), formado em Arquitectura e Urbanismo pela Universidade de Bruxelas. Ele viveu e trabalhou vários anos no Norte de África e inspirado pelo que lá viu e aprendeu, organiza, em 1981, uma exposição sobre "As Arquitecturas de Terra" (ver Fig. 5), que, iria depois viajar por diversos países, incluindo o Brasil.

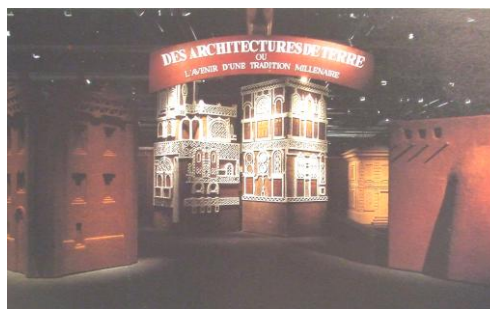


Fig. 5 Entrada da Exposição Internacional "As Arquitecturas de Terra", 1981, Centro Georges Pompidou, Paris

A exposição era composta por 16 maquetes com 3 a 5m de altura, exemplificando tradições de todo o mundo.

Fonte: DETHIER, Jean (1986) - *Arquitecturas de Terra*.

Durante este processo decide levar mais longe as suas ideias, testando-as e pondo-as em prática através da construção de um bairro social experimental, que demonstrasse a viabilidade técnica, económica e sócio-cultural da construção em terra crua. O bairro, baptizado de "*Domaine de la Terre*", foi efectivamente construído em L'Isle d'Abeau, perto de Lion, entre 1982 e 85 (ver Fig. 6).

Simultaneamente funda em Grenoble, em 1979, o **CRATerre**, pioneiro no ensino especializado de nível universitário, hoje considerado uma autoridade internacional no que toca à temática da construção em terra.

Esta e outras instituições como a Labterra (Itália) e a Escola Superior da Gallaecia (ESG) (Vila Nova de Cerveira), entre muitas outras entidades, mais ou menos internacionais, esforçam-se por organizar seminários, conferências e projectos de investigação, que tentam reunir e desenvolver os conhecimentos existentes nesta matéria. Os resultados dos seus esforços têm sido amplamente publicados pela Editora Argumentum, constituindo uma fonte inestimável de informação nesta área.

<sup>3</sup> A Crise Energética de 1973 foi provocada pelo embargo de fornecimento de petróleo aos E.U.A. e à Europa pelos países árabes da OPEP, Organização dos Países Exportadores de Petróleo. Mesmo após a cessação do embargo, o fornecimento foi restrito e a preços 4 vezes superiores. Esta foi a 2ª das 5 crises do petróleo consideradas até hoje. Curiosamente, nenhuma delas está relacionada directamente com a escassez da matéria-prima, mas com guerras e opções políticas e económicas.



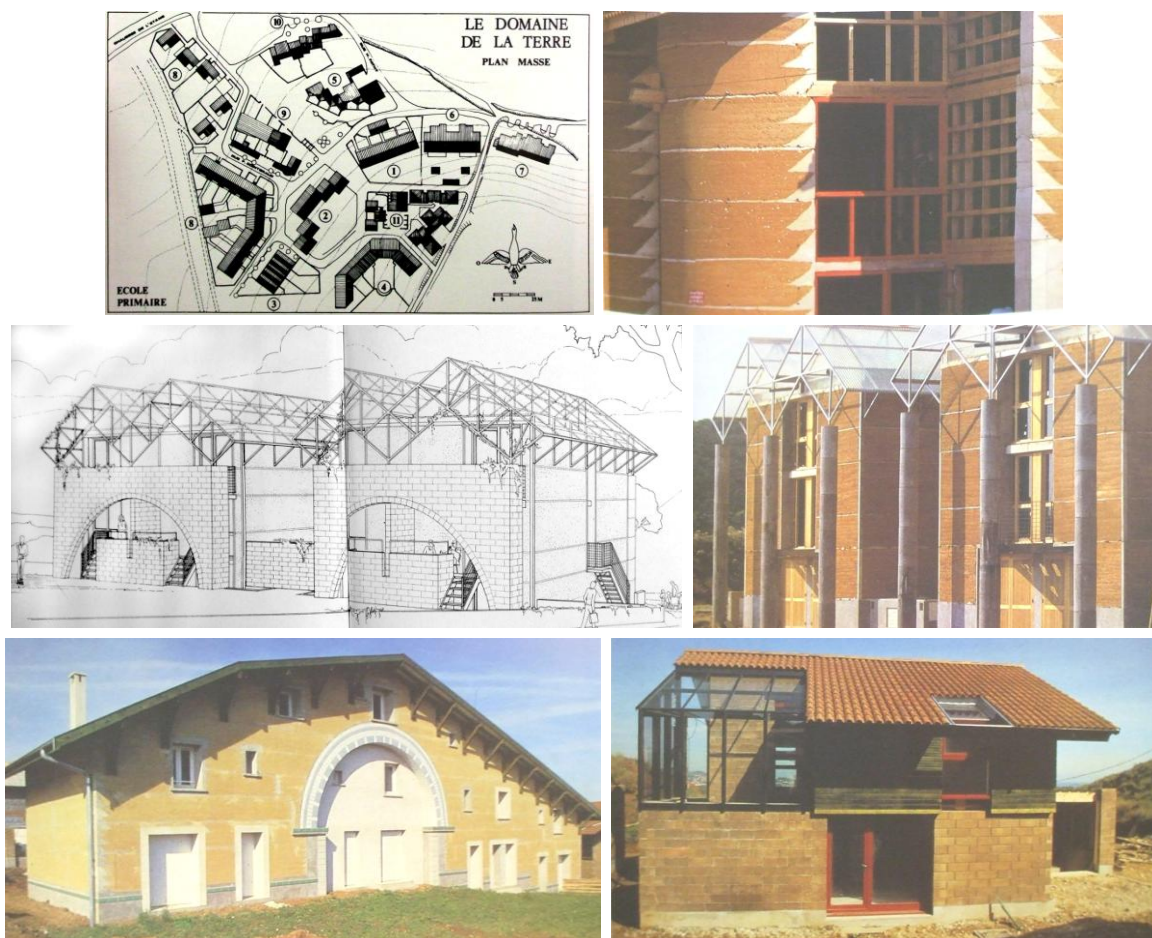


Fig. 6 "Domaine de la Terre", 1982-85

Da esquerda para a direita e de cima para baixo: Plano urbano de "Domaine de la Terre" com numeração dos edifícios. O bairro urbano era constituído por 65 habitações, de 2 a 5 pisos. As técnicas construtivas utilizadas foram a taipa (45%), os blocos de terra estabilizada (45%) e a terra-palha (10%). | Detalhe das paredes curvas em taipa, junto aos acessos verticais (edifício 6), 1985 | Desenho de 2 edifícios em taipa, num total de 4 habitações, projecto dos Arq.<sup>os</sup> Jourda e Perraudin, 1984 | Construção do projecto anterior pela empresa de Guy Buet (edifício 3); as colunas não têm função estrutural, as cargas são suportadas pelas paredes de terra não estabilizada de 50cm de espessura. | Edifício de 4 habitações em taipa (edifício 9), Arq. Odile Perreau-Hamburger. | Uma das 5 moradias individuais, foi construída em blocos de terra estabilizada (edifício 8), "Atelier 85" - Arq.<sup>os</sup> François Gallard e Laurence Gilbert.

Fonte: DETHIER, Jean (1986) - *Arquitecturas de Terra*.

Alguns dos **seminários** organizados no âmbito desta temática:

- Arquitecturas de Terra, Conimbriga, Julho de 1990, organização: Museu Monográfico de Conimbriga, Alliance Française de Coimbra.
- 7ª Conferência Internacional sobre o Estudo e a Conservação da Arquitectura de Terra, Silves, 1993, organização: CRATerre, Câmara Municipal de Silves e Direcção Geral dos Edifícios e Monumentos Nacionais.
- I Seminário Arquitectura de Terra em Portugal: Difusão, Investigação, Contemporaneidade e Ensino, Lisboa, 2003, organização: ESG, Proterra.
- II Seminário Arquitectura de Terra em Portugal: Investigação, Produção, Construção e Legislação, Lisboa, Setembro de 2004, co-organização: Fundação Convento da Orada, ESG, Associação Centro da Terra, Proterra.

- III Seminário de Arquitectura de Terra em Portugal / IV Seminário Ibero-Americano de Construção em Terra, Monsaraz, Outubro de 2005, organização: Fundação Convento da Orada, ESG, Associação Centro da Terra, Proterra.
- 10ª Mesa-Redonda, Porto, Março de 2006, organização: ESG, Universidade do Porto.
- IV Seminário Arquitectura de Terra em Portugal / I Seminário de Arquitectura e Construção em Terra do Brasil, Brasil, Novembro de 2006, organização: ESG, Universidade Federal de Minas Gerais e Ouro Preto, Universidade Católica Pontifical de Poço de Caldas.
- Getty Seismic Adobe Project 2006 Colloquium, Los Angeles, Abril de 2006, organização: Getty Institute of Conservation.
- V Seminário de Arquitectura de Terra em Portugal, Aveiro, Outubro de 2007, organização: Universidade de Aveiro, ESG, Fundação Convento da Orada, Associação Centro da Terra.
- VI Seminário Arquitectura de Terra em Portugal / IX Seminário Ibero-Americano de Construção e Arquitectura com Terra, Coimbra, Fevereiro de 2010, organização: Universidade de Coimbra, Associação Centro da Terra.
- Seminário Internacional de Arquitectura de Terra, Porto, Maio de 2013, organização: Faculdade de Arquitectura do Porto.

Actualmente, é cada vez maior o número de arquitectos, engenheiros e auto-didactas que se dedicam à investigação e divulgação das formas de construção em terra crua.

Uma das maiores autoridades na matéria, a nível europeu, ainda em actividade, é **Gernot Minke** (n. 1937). Trabalhando a partir da Universidade de Kassel, na Alemanha, tem desenvolvido inúmeros estudos sobre construção sustentável, em particular através do uso da terra como matéria-prima, mas também recorrendo a fardos de palha e bambu. Participa também em inúmeros workshops de formação e palestras, divulgando o seu trabalho um pouco por todo o mundo.

Já no Brasil, apesar da sua longa tradição no uso destas técnicas, ainda estão agora a ser dados os primeiros passos, tal como em Portugal. Aqui a construção em terra, sobretudo em tabique, além de estar associado às classes mais pobres do mundo rural, era também vista como fonte de doenças por permitir o desenvolvimento de insectos no seu interior (ex. doença de Chagas provocada por insectos conhecidos por "barbeiros"), levando mesmo as autoridades a proibir este tipo de construção. Um dos nomes que tenta voltar a reabilitar o uso deste material é **Ana Branco**, professora do Departamento de Artes e Desenho Industrial da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, que desenvolveu, em 1976, um tijolo de terra estabilizado com resina de jutaicaica (uma goma vegetal usado pelas tribos indígenas na impermeabilização de peças cerâmicas), tendo sido premiado pelo Banco Nacional de Habitação. As suas aulas são realizadas numa construção em madeira com piso de terra batida, erguida pela própria.

Em Portugal, o nome do Arq. Nuno Santos Pinheiro ressalta pela sua dedicação à causa de fazer renascer a arquitectura em terra, não só pela perspectiva económica e de sustentabilidade, mas também pela sua capacidade de fazer ressurgir uma arquitectura regionalista, específica de cada local. Também o Arq. Pedro Correia, da empresa COMTERRA, esforça-se por promover estes sistemas de construção em Portugal, tendo já patenteado, juntamente com o Eng. Fernando Cartaxo, um sistema construtivo semelhante à taipa, apelidado de "Barrocal", que utiliza a cal para aumentar a resistência da terra e uma estrutura interior em madeira para a resistência sísmica. A empresa COMTERRA organiza também regularmente cursos práticos, onde se aprende a executar estas técnicas, tornando também mais fácil a sua adesão por parte das empresas de construção civil.

Actualmente a reabilitação destas técnicas construtivas, em Portugal, está a ser desenvolvida de forma mais expressiva pela Escola Profissional de Desenvolvimento Rural de Serpa, com cursos específicos destinados à construção em terra<sup>4</sup>. Existem também actualmente inúmeros cursos teórico-práticos, de menor duração, no âmbito da construção com terra, nas suas mais variadas técnicas. Um deles é o Curso de Verão em Património, em Fronteira, organizado pela Universidade Lusíada, pela Câmara Municipal de Fronteira e pela Cenfic, desde Setembro de 2001, mas muitos mais se encontram disponíveis e com cada vez maior divulgação, através de iniciativas não só de organizações nacionais, mas também internacionais.

É de referir também os esforços que alguns países (como os E.U.A., Nova Zelândia, Austrália e a Europa) têm vindo a realizar no sentido de criar normativas ou regulamentação para a construção em terra de forma "legal" e com qualidade. Em Portugal, ainda não existe, no entanto, ainda, essa consciência política que incentive a exploração destas técnicas construtivas, apesar da situação vantajosa do país a nível climático e geológico.

Alguns exemplos de **códigos de construção** em terra:

- Alemanha: Volhard F., Röhlen U. *Der Lehm bau Regeln*. Dachverband Lehm e.V. Weimar, 2009. Foi o primeiro código publicado na União Europeia, em 1999.
- Austrália: Walker P. and Standards Australia. *The Australian earth building handbook*. Sydney: Standards Australia, 2001. HB 195. Foca o adobe, a taipa, o BTC e a terra vazada.
- Estados Unidos da América: *New México Earthen Building Materials Code*. Santa Fé, New Mexico: Construction Industries Division (CID) of the Regulation and Licensing Department, 2006. Code 14.7.4.2003. Foca a taipa, o adobe e o BTC.

---

<sup>4</sup>Curso de Construção Civil Tradicional - Arquitectura em Terra, leccionado desde 1993, o 1º a nível mundial a formar técnicos de nível médio, quando foi criada a Escola de Artes e Ofícios Tradicionais de Serpa. A escola pretende desenvolver igualmente uma série de outros projectos no âmbito da construção sustentável e da certificação de materiais de construção de terra.

- Espanha: *Bases Para el Diseño y Construcción con Taipial*. Madrid, Spain, Centro de Publicaciones, Secretaría General Técnica, Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 1992. Foca a taipa e o adobe.
- França: *Béton de Terre et béton de terre stabilisé*, REEF DTC 2001; *Constructions de Béton de terre*, REEF DTC 2101; *Béton de Terre Stabilisé aux Liants Hydrauliques*, REEF DTC 2102, 1945.
- Nova Zelândia: *New Zealand Standards – Materials and workmanship for earth buildings*. Wellington: Standard New Zealand, 1998. NZS 4298:1998. Foca a taipa, o adobe, o BTC e a terra vazada.
- Zimbabué: Standards Association of Zimbabwe. *Standard Code of Practice for Rammed Earth Structures*. Harare: Standards. Association of Zimbabwe, 2001. SAZS 724:2001. Foca a taipa.

Por fim, no que diz respeito à informação disponível sobre a área de intervenção, foram recolhidos e sintetizados bastantes dados, ao longo de todo o ano lectivo, através de visitas ao local e dos contactos com o Departamento de Urbanismo da Câmara de Odivelas (na figura do Dr. Carlos Lopes), que permitiram desenvolver um conhecimento mais profundo sobre as suas características físicas, morfológicas, tipológicas, sociais e ambientais, não só da área de intervenção, mas também da sua envolvente, assim como os requisitos legais a ter em conta. Nas várias visitas ao local foi-nos possível observar as realidades concretas da população residente, e recolher informações valiosas através do diálogo informal, mais rico e esclarecedor do que através de questionários formais, que não obtêm o mesmo nível receptividade.



### III - Matéria-Prima: A Terra

#### 3.1 Origem e Extração

Desde a Pré-História que o ser humano utiliza a terra como material de construção. É um material que está sempre disponível e o seu uso, seja de forma erudita ou popular é visível em qualquer canto do mundo, mesmo quando o solo disponível é muito diferente daquilo que usualmente imaginamos como tal (ver Fig. 7 e 8).

Ainda hoje, a terra é amplamente usada como principal material de construção em regiões como em África (particularmente no Norte), em que este material não apresenta concorrência a nível económico. Na América Central e Latina e na Ásia também a tradição se mantém, sobretudo fora das grandes cidades.

Até nós, a tradição de construção com este material chegou sobretudo através civilização Romana (criadora do primeiro "cimento leve" com cal e pozolana) e, mais tarde, da Muçulmana, que soube aproveitar todo o conhecimento anterior em seu proveito.

Também todas as outras grandes civilizações, como a Maia e Inca, na América, ou a Hindu e Budista, na Ásia, souberam tirar partido deste material em todas as suas construções, desde as mais modestas para habitação até aos grandes monumentos megalómanos, como as pirâmides de Saqqarah (ver Fig. 9), no Egito, ou a famosa Muralha da China (iniciada à mais de 5.000 anos).

Apesar disso, foi também a civilização Romana que, no mundo Ocidental, introduziu o sentimento

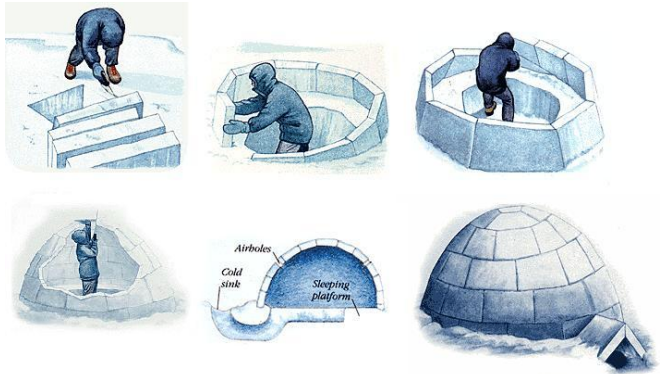


Fig. 7 Construção de Iglu

A construção com gelo compacto também pode ser entendida como uma construção que usa o solo como matéria-prima.

Fonte: <http://www.arquitetonico.ufsc.br/arquitetura-efemera-parte-1-de-3>.



Fig. 8 Hotel Salar, Bolívia

Este hotel usa blocos de sal, disponíveis no solo da região para a construção das paredes e do próprio mobiliário.

Fonte: <http://www.theage.com.au/travel/activity/great-outdoors/flash-in-the-pan-20120726-22u2p.html>.



Fig. 9 Mastaba de Djoser, Saqqarah, Egito, séc. XXVI a. C., desenhada por Imhotep

Fonte: <http://www.saqqara.nl/saqqara/landmarks/step-pyramid-of-djoser>.

pejorativo (de que este não é um material "nobre" de qualidade) que ainda se mantém em relação à construção em terra, aplicando-a às construções modestas e enfatizando os edifícios nobres e mais importantes, públicos ou privados, através da construção em pedra (sendo o mármore o de maior prestígio).

Independentemente deste sentimento cultural, a verdade é que no séc. XIX este (ainda) era um material de construção completamente comum e por toda a Europa, independentemente das condições climáticas, era (e é) possível observar os mais variados tipos de edifícios construídos em terra, desde habitações a escolas, fábricas, palácios ou outros edifícios igualmente representativos. O mesmo é verdade um pouco por todo o mundo e existe quem equacione o papel da Expansão Marítima Portuguesa como divulgadora destas formas de construção<sup>5</sup>.

É a matéria-prima, a terra, o principal factor responsável pela qualidade deste tipo de construção, independentemente da técnica utilizada.

Pode-se usar praticamente qualquer tipo de solo (preferencialmente os vermelhos argilosos, os roxos e os pardos). No entanto, idealmente deve ser usada terra com profundidade superior 30 ou 50cm (abaixo da camada vegetal do solo, ver Fig. 10) para evitar impurezas, húmus e outros materiais orgânicos, que podem afectar a resistência da construção, e por ter maior quantidade de água. Assim, a terra usada na construção poderá ser, normalmente, a retirada da abertura dos caboucos da fundação das próprias construções.

A preparação da terra faz-se retirando pedras de dimensão indesejável (normalmente superior a 1-2cm) e eventuais raízes ou outros elementos passíveis de dificultar a homogeneidade da massa<sup>6</sup>, podendo ser feita, se necessário, a sua pulverização, manualmente ou com

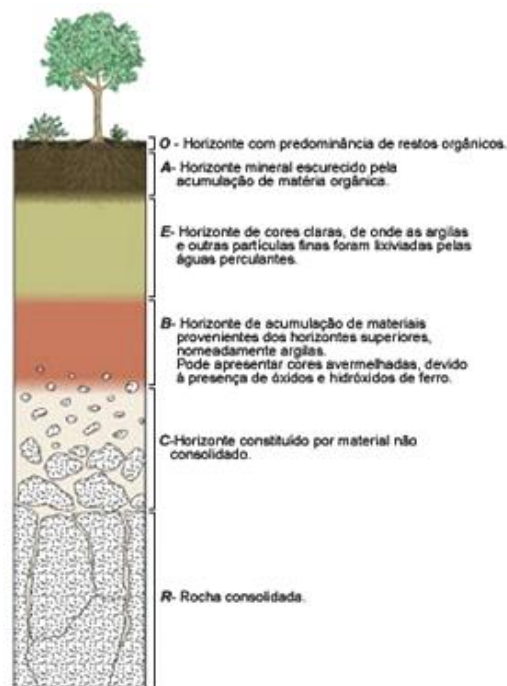


Fig. 10 Estratificação Esquemática do Solo

Fonte: [http://construindosustentavel.blogspot.pt/2010\\_03\\_01\\_archive.html](http://construindosustentavel.blogspot.pt/2010_03_01_archive.html).

<sup>5</sup> Neste sentido, o Arq. A. Alegria ressalta o facto de no Sri Lanka a construção em taipa se chamar "tappa". Fonte: EUSÉBIO, António Paulo Jacinto. *Reabilitação e Melhoramento de Paredes de Terra Crua - Taipa*.

Igualmente interessante são as cartas que comprovam que o conhecimento de técnicas construtivas como a taipa e adobe era usado como moeda de troca com os governantes locais de África, no período das Descobertas. Fonte: *Arquitecturas de Terra*. Conímbriga, 1992.

<sup>6</sup> Este processo pode ser feito à mão, mas para grandes quantidades torna-se necessário o uso de crivos de dimensão adequada para peneiramento da terra. Os crivos também podem ser utilizados para separar as diferentes granulometrias e assim ter um maior controlo sobre a composição da terra, o que tem um grande impacto a nível da sua estabilização e resistência, como irá ser explicado nos capítulos seguintes.

recurso a moinhos (ver Fig. 11), após o que é adicionado quaisquer correctivos que sejam necessários (ver capítulo 3.2.3 Métodos de Estabilização) e água, em quantidade suficiente, de forma a ser aplicável de acordo com a técnica escolhida.

Caso seja necessário fazer a armazenagem da terra, esta deve ser protegida com telas plásticas durante a noite para evitar a absorção do orvalho e ventiladas durante o dia.

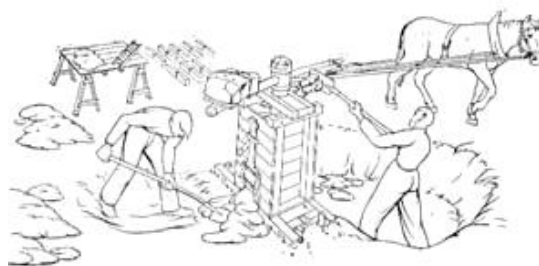


Fig. 11 Forma Tradicional de Extração e Homogeneização da Terra

Fonte: [http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos\\_2004-1/arq\\_terra/terra.htm](http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos_2004-1/arq_terra/terra.htm).

## 3.2 Características

Nos sistemas construtivos que utilizam a terra como matéria-prima é esta que é a principal responsável pela resistência da edificação, pelo que é necessário ter em conta a resistência mecânica do solo a utilizar.

### 3.2.1 Composição

As características da terra variam conforme a sua composição e esta difere consoante o local de onde esta é extraída e mesmo consoante a profundidade. Entre outros elementos (como ar, água, minerais e matéria orgânica), a terra é fundamentalmente constituída por areia (sílica), argila e silte, todas de origem mineral. Outros constituintes em percentagens mínimas são os metais e sais

solúveis (como os sulfatos, nitratos e cloretos). Na Fig. 12 é possível ver as diversas classificações da terra

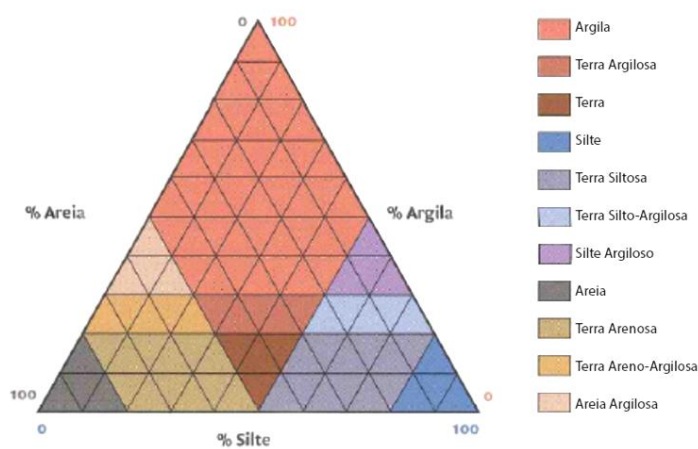


Fig. 12 Classificação da Terra com base na sua Composição

Na realidade, a designação argila apenas deve ser usada para o elemento em estado puro. Em composição com areias e siltes a designação mais correcta é barro.

Fonte: <http://arquitecturasdeterra.blogspot.pt/2008/10/argila-areia-silte-terra.html>.

ARGILAS	SILTE			AREIA			SEIXO			CALHAU	PEDRA
	Fino	Médio	Grosso	Fino	Médio	Grosso	Fino	Médio	Grosso		
	0,002	0,006	0,02	0,06	0,2	0,6	2	6	20	60	150

Fig. 13 Dimensão dos Constituintes do Solo, em mm

A mistura de diferentes granulometrias permite o máximo de resistência, com o mínimo de porosidade, ou espaços vazios.

Fonte: BRITO, Jorge de; FLORES, Inês - *Paredes em Terra Crua*.

consoante a variação proporcional dos seus três principais elementos constituintes.

A **argila** é a responsável pela coesão do solo e, em parte, pela sua resistência à acção da água, aumentando de volume na sua presença. De forma a ser usada em construção a terra usada tem de conter um mínimo de 5% de argila. Apesar disso, o seu poder de coesão é tão forte que, de

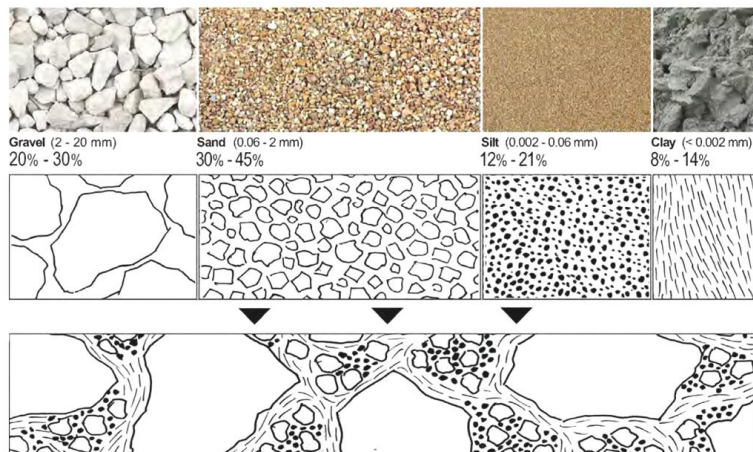


Fig. 14 Integração dos constituintes da terra de diferentes granulometrias no preenchimento dos vazios

Percentagens indicativas para a taipa

Fonte: BIRZNIEKS, Lauris - *Designing and Building with Compressed Earth*.

um modo geral, não é necessário mais do que 20%. Aliás, a existência de argila em excesso pode originar o aparecimento de fendas por efeito de retracção durante a secagem, pelo que é necessário saber em que medida deve ser a sua conjugação com os restantes elementos para se obter a mistura de solo mais adequada para a construção. Sendo a argila um conjunto de partículas extremamente finas (ver Fig. 13 e 14) provocadas pela erosão química<sup>7</sup> de qualquer tipo de rocha<sup>8</sup>, a suas características específicas dependem fortemente das rochas que lhes deram origem<sup>9</sup>. Por exemplo, existem argilas brancas (caulinite), usadas para fabrico do caulino, que não têm capacidade de agregação, ao contrário das argilas vermelhas, no extremo oposto.

Os **silt**es, também designados por limo, lodo ou nateiro, são também partículas finas de origem mineral que ajudam igualmente à coesão da terra, dando-lhe maior densidade. A dimensão das suas partículas e a sua origem influenciam também o comportamento do solo, conferindo-lhe características mais argilosas ou arenosas. Quem trabalha com estes materiais costuma referir que a sua presença é facilmente detectável pela sensação semelhante ao pó de talco que deixa nas mãos.

As **areias** constituem os agregados que fornecem resistência à terra e diminuem a fissuração por retração. A combinação de diferentes granulometrias (ver Fig. 14) permite uma maior resistência através do preenchimento, pelos finos, dos vazios entre os grãos de maior dimensão.

A **água** é também outro componente essencial na composição da terra usada. A sua percentagem de adição está dependente do grau de humidade já existente na terra, ou na areia usada.

<sup>7</sup> A erosão mecânica (por acção do vento) e hídrica (por acção da água) apenas origina partículas de sedimentos de dimensão superior a 0,01mm.

<sup>8</sup> A erosão química por ácido carbónico ataca particularmente materiais que contêm carbonato de cálcio, feldspatos e materiais ferromagnesianos. Por esse motivo existe uma abundância de solos argilosos em zonas de rochas magmáticas, visto estas serem constituídas por 50-60% de feldspato.

<sup>9</sup> Os depósitos de argila chamam-se de barreiras e podem ser residuais, quando se localizam no local de decomposição da rocha, ou sedimentares, quando houve o seu transporte por acção do vento ou da água. Consoante a suas características a sua exploração é feita para produtos cerâmicos destintos.



O objectivo da água é tornar a massa mais maleável, trabalhável e fácil de aplicar. Assim, consoante a técnica de construção aplicada, a sua forma de aplicação ou superfície a aderir, a percentagem ideal de água varia, sendo que água em demasia aumenta a probabilidade de fendilhação durante a secagem. Como referência, pode-se considerar uma plasticidade aceitável a mistura que permita que, apertando uma bola da massa numa mão, esta fique com a marca dos dedos, permitindo assim uma boa trabalhabilidade e reduzindo o tempo de secagem, que deve ser o mais lenta possível.

### 3.2.2 Testes de Caracterização

De um modo geral, a terra é caracterizada pelo seu peso específico (peso do solo por unidade de volume), granulometria ou textura (natureza e quantidade dos seus componentes), plasticidade (capacidade de ser moldada), compressibilidade (capacidade de densificação, redução da porosidade), coesão (capacidade de ligação dos agregados entre si), adesividade (capacidade de aderir a outros materiais) e cor.

Actualmente, já é possível realizar **ensaios em laboratório**<sup>10</sup> que permitam aferir, com rigor científico, as reais capacidade de cada tipo de solo. Estes ensaios são:

- **Verificação do Teor de Água**→ a percentagem de água livre em relação à massa seca da amostra.
- **Análise Granulométrica**→ a proporção em que se distribuem as partículas de diferentes dimensões (para elementos superiores a 0,08mm).
- **Sedimentação**→ completa a análise anterior para os elementos menores que 0,08mm.
- **Limite de Consistência (ou de Atterberg)**→ determina os estados de consistência dos solos argilosos, consoante o teor de humidade. A diferença entre os valores permite aferir o índice de plasticidade, ou seja, a capacidade de absorção de água do solo.<sup>11</sup>
- **Ensaio ao Metileno**→ mede a capacidade dos finos do solo em absorver o azul do metileno, tanto no interior como no exterior das partículas, de forma a aferir o grau de actividade das argilas.
- **Compactação (ou ensaio de Proctor)**→ numa amostra de terra com partículas não superiores a 5mm sujeita a compressão, o objectivo é determinar a quantidade de água que melhor facilita a organização das partículas de forma a ocuparem o menor espaço possível (aumento da densidade).
- **Ensaio de Coesão**→ a coesão está dependente da quantidade de água e é tanto maior, quanto maior for a percentagem de finos.
- **Resistência à Compressão**→ avalia a resistência de blocos de terra à compressão, com forças crescentes. Normalmente os valores variam entre 5 e 50Kg/cm<sup>2</sup>.
- **Resistência à Tracção**→ avalia a resistência à tracção por fendilhação de blocos de terra.
- **Retracção Relativa**→ diminuição do volume do bloco de terra quando seco.

---

<sup>10</sup> Para uma descrição mais detalhada de estes e outros ensaios laboratoriais pode-se consultar por exemplo o relatório de estágio de Rogério Galante.

<sup>11</sup> Segundo a CRATerre, IP (Índice de Plasticidade) entre 5 e 10, corresponde a plasticidade fraca, IP entre 10 e 20, corresponde a plasticidade média, e superior a IP 20 já terá uma forte plasticidade.

Existem também **testes empíricos** que podem ser facilmente realizados no local da obra para determinar rapidamente as qualidades do solo em traços gerais, permitindo saber se se trata de um solo apropriado para construção ou se será necessária a estabilização da terra.

▪ **Teste do Pote de Vidro/Teste de Sedimentação**→ proposto por Montoro , em 1994. Segundo este método, coloca-se uma amostra do solo até a metade da altura do frasco, e enche-se o restante com água. Agita-se bem, para misturar completamente a terra com a água (pode ser necessário repetir esta operação mais do que uma vez com cerca de 1h de intervalo). Por fim, deixa-se repousar. Com o tempo, as partículas assentam por camadas, as mais pesadas (areias), no fundo e as mais leves (argila), por cima, com os siltes na zona intermédia. Desta forma, é possível determinar com algum rigor as diferentes componentes do solo, em percentagem (recorde-se que tanto a argila como o silte aumentam de volume na presença da água).

▪ **Observação da Cor**→ permite detectar a existência da componente argilosa, sendo as terras vermelhas, pigmentos originários de óxidos de ferro, as preferenciais. As cores do solo variam normalmente por tons amarelos, vermelhos e castanhos. Uma cor escura revela a presença de materiais orgânicos. Uma cor branca revela um solo pobre em argila, ou com argilas brancas. Tanto num caso como noutro serão solos a evitar. Existem tabelas (ex.: Munsell Soil Color Charts, ver Fig. 15) que permitem classificar objectivamente os solos com base na sua cor.

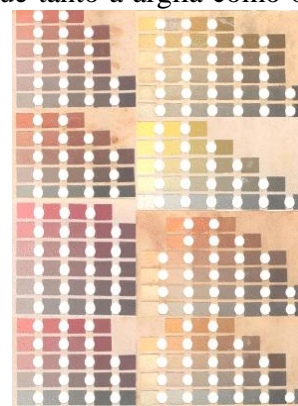


Fig. 15 Munsell Soil Color Charts

Fonte: <http://enb150-bmw-2012.blogspot.pt/2012/11/munsell-soil-color-chart.html>.

- **Teste do Cheiro**→ a terra orgânica, inadequada para a construção, é facilmente reconhecível pelo seu odor a húmus, intensificado quando a terra é molhada ou aquecida.
- **Teste ao Tacto**→ desfazendo um pouco de terra na palma da mão permite perceber se uma terra é mais arenosa (quando é áspera e rugosa, não tendo coesão), siltosa (quando tem alguma rugosidade e fica plástica com a adição de água), ou argilosa (quando em seco apresenta grumos difíceis de esmagar e quando humedecida fica plástica e colante). O silte assemelha-se na pele ao pó de talco.
- **Teste do Brilho**→ cortando uma bola de terra ligeiramente humedecida com uma faca, se apresentar a face opaca, existe uma predominância de silte, se a superfície for brilhante, existe ma predominância de argila.
- **Teste de Aderência**→ voltando a cortar uma bola de terra com uma faca, se existir uma elevada proporção de argila, o corte torna-se mais difícil e a terra tem tendência a aderir à faca quando esta é retirada.
- **Teste de Retração Simples**→ enche-se um molde sem fundo (como por exemplo de adobe) com terra humedecida, desenforma-se e deixa-se secar bem (cerca de 3 dias ao sol ou 7 dias à sombra). Voltando a inserir a amostra de terra no molde, permite medir o valor da retracção, maior quanto maior for a percentagem de argila. Os valores mais comuns são retracções de 0,4 a 2% para massas secas e 3 a 12% para massas húmidas ou líquidas.
- **Teste de Resistência a Seco**→ são moldadas pastilhas de terra que, após secagem, se tenta partir manualmente. Pouca resistência pode significar a necessidade de mais argila.

- **Teste de Resistência**→ moldando uma bola com cerca de 6cm de diâmetro e largando-a de aproximadamente 1m de altura sobre uma superfície suave, como um relvado, se a bola se partir, existe um excesso de areia, se a bola se deformar em demasia, existe demasiada argila. Na proporção ideal a bola deverá manter a sua forma.
- **Teste da Fita**→ empurra-se lentamente uma tira de terra moldada de 15x2cm com 4-6mm de espessura para fora de uma mesa. O comprimento da fita até quebrar indica as suas características. Menos de 4cm, contém pouca argila (pode ser utilizada para taipa estabilizada), entre 4 e 8cm tem média quantidade de argila, podendo ser utilizada em BTC e taipa estabilizada, entre 6 e 8cm possui argila em quantidade suficiente para adobe e taipa, sendo que mais de 15cm indica um solo com argila em excesso.

Estes testes<sup>12</sup> tornam-se tanto mais relevantes quanto mais difícil (ou economicamente inviável) for obter as incontestáveis análises de laboratório. Também convém referir que, quando se trabalha com a terra, a realização de testes em obra é sempre fundamental, de forma a verificar o real comportamento da mistura.

### 3.2.3 Métodos de Estabilização

Quando a realização dos testes descritos acima detectam que o solo não é o ideal para o uso em construção, o que, diga-se, é a situação mais comum, existem, ainda assim, várias formas de estabilizar a terra e torná-la apta para o efeito. Esta estabilização tem normalmente como objectivo a redução dos vazios entre as partículas, ou seja, a diminuição da porosidade, a impermeabilização e/ou a melhoria da ligação entre as partículas, para uma melhor resistência mecânica.



Fig. 16 Testes de Terra com Diferentes Misturas de Areia

As amostras efectuadas destinavam-se a determinar a melhor mistura de terra e areia para um reboco. A terra disponível continha 20% de argila. As amostras foram efectuadas com 1 porção de terra e 5/4/3/2/1/0 porções de areia, da esquerda para a direita, respectivamente.

Assim, a melhor mistura revelou-se a de 1:3, ou seja, numa percentagem de argila de 5-10%.

Fonte: <http://studies.bc-as.org/#HOAREC-earth-plaster>.

No caso de existir um excesso de argila (**terras gordas**), poderá ser adicionada areia (ver Fig. 16) ou cascalho fino, palha (máx. cerca de 10cm de comprimento), espigas de trigo ou outras fibras vegetais (cânhamo, arroz ou sisal), como correctivo de **estabilização física** para a diminuição da retracção (a diminuição de volume provocada pela diminuição de humidade). Dependendo da

<sup>12</sup> Apenas foram indicados os principais testes utilizados, existindo ainda inúmeras variantes dos mesmos. Para uma listagem e descrição mais exaustiva consultar *Seleção de Solos e Métodos de Controle na Construção com Terra - Prática de Campo*, publicado pela Proterra em 2010, disponível online em [http://redproterra.org/images/stories/pub\\_pdf/Selecao\\_de\\_solos\\_10.pdf](http://redproterra.org/images/stories/pub_pdf/Selecao_de_solos_10.pdf).

técnica utilizada podem mesmo ser adicionadas gravilhas ou outros agregados de maior dimensão. As fibras vegetais, que são adicionadas, normalmente, numa proporção não superior a 3%, embora em certos casos possa chegar aos 50% do volume total, ajudam a tornar a terra mais leve e isolante térmico, mas, mais importante que isso, funcionam como armação interna da própria massa de terra, aumentando a resistência anti-sísmica da estrutura, para além de ajudarem à secagem mais uniforme dos blocos de terra.

Convém referir aqui que as areias a utilizar não devem ser lavadas pois este processo retira os pós e agregados mais finos, importantes para o preenchimento dos vazios entre as granulometrias maiores, e pode usar produtos químicos (de limpeza dos agregantes) que, mais tarde, dificultam a ligação das areias à argila. Para além disso, diferentes areias têm diferentes níveis de absorção, sendo que quanto maior essa absorção maior será a sua ligação à argila.

Quanto ao uso de fibras vegetais, como a palha, a sua utilização, em não mais de 3%, permite aumentar a resistência à compressão da terra na ordem dos 15%, mas, mais importante que isso, aumentam igualmente a resistência à tracção, para além de tornar a massa de terra mais leve e melhorar o comportamento acústico e o isolamento térmico. Apenas se deve ter em atenção a sua exposição a humidades elevadas, durante períodos de tempo prolongados.

Outras fibras têm sido exploradas nos últimos anos, como os desperdícios do fabrico de lã<sup>13</sup> ou restos de papel e cartão<sup>14</sup>, e muitos mais poderão ainda ser descobertos com o desenvolvimento das nanotecnologias.

Se o problema está em areias em excesso, nas chamadas **terras magras**, o que as torna pouco plásticas, então terão de ser adicionados aglomerantes que aglutinem as partículas, como a argila, por excelência, a cal ("solo-cal"), a alternativa mais corrente em Portugal, que vai dissolver os minerais argilosos, ou cimento ou betume em emulsão ("solo-cimento" ou "bituadobes"), opção menos interessante por, entre outros aspectos, retirar a possibilidade de o material voltar a ser 100% reciclável. A adição de cal (aérea ou hidráulica, mais informações consultar o anexo 3) ou cimento correspondem a correctivos químicos (para **estabilização química**) uma vez que reagem com a terra ao nível molecular. Estes têm também a capacidade de aumentar a impermeabilização da terra, sendo por isso utilizados mesmo quando se trata de solos argilosos (embora o cimento não seja tão indicado neste caso, podendo ser utilizado em conjunto com a cal, que diminui a reatividade das argilas, em alternativa). Mais recentemente também podem ser utilizadas resinas como estabilizador químico,

---

<sup>13</sup> Pesquisas realizadas por investigadores espanhóis e ingleses, que tiravam partido também de um polímero natural existente nas algas. O aumento de resistência com estes estabilizadores é na ordem dos 37%. Fonte: <http://www.sciencedaily.com/releases/2010/10/101005085503.htm>.

<sup>14</sup> Mais informação consultar o site <http://www.hybridadobe.com>.

No Brasil, estudos para reutilizar o lodo residual da fabricação de papel e celulose na produção de adobes revelou que a adição de 20%, a uma terra com 85% de areia e 15% argila, produz adobes com 1.600Kg/cm<sup>3</sup> e 0,92W/m<sup>2</sup>°K de condutividade térmica, apresentando muito boa resistência à intempérie, ao contrário de amostras sem aditivo ou com o dobro dele.



mas a sua aplicação ainda tem pouca expressão. Segundo a CRATerre, a percentagem de adição da cal ou do cimento varia entre 6 e 12% do peso do solo seco (o mais utilizado é o traço 1:10), enquanto que no betume solúvel em água os valores situam-se nos 2-3% (não diluído), ou 8% a 12% de betume em emulsão, segundo experiências de Gernot Minke. Em Portugal, a percentagem de cal hidráulica utilizada para estabilização dos adobes varia entre os 25 e os 40%, tornando possível a utilização na construção de poços. É necessário ter em conta neste caso o processo de cura que obriga a que o material seja constantemente humedecido de forma a reagir na presença da água.

Ao longo da História, e ainda em algumas zonas mais rurais, especialmente em África é costume usar gordura (sebo de porco ou carneiro), bosta<sup>15</sup> (de boi ou cavalo, devido ao grande quantidade de fibras não digeridas), ou sangue animal, cinzas de madeira, urina, óleos vegetais (como óleo de linhaça, coco, algodão, desperdícios dos lagares de azeite ou seiva de cacto, folha de bananeira ou palmeira) ou óleo de baleia<sup>16</sup> na mistura de terra, como estabilizante, para aumentar a plasticidade, coesão e as **propriedades hidrófugas** da pasta. Gernot Minke usou uma mistura de cal e soro de leite de vacas jovens (caseína), como camada impermeabilizante superficial. Outros materiais passíveis de ser utilizados são a goma arábica, o látex, o óxido de magnésio<sup>17</sup> ou resíduos industriais, como ácidos, resinas ou silicatos (o exemplo mais comum é o silicato de sódio, também conhecido por "água de vidro")<sup>18</sup>. Deve-se ter em atenção que alguns destes estabilizadores impermeabilizantes retiram também a capacidade que a terra tem de ser permeável ao ar, pelo que idealmente

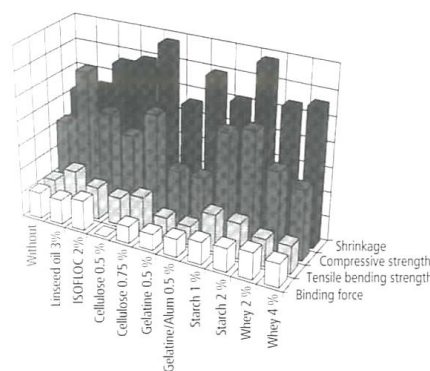


Fig. 17 Diferentes estabilizadores e aditivos e seus efeitos na retracção e resistência à compressão, flexão e coesão

Fonte: MINKE, Gernot - *Building with Earth: Design and Technology of a Sustainable Architecture*.

<sup>15</sup> Testes realizados na Universidade de Aveiro revelam, numa primeira instância, que a adição de 20% de estrume em solos argilosos aumenta em 1/3 a resistência dos adobes à compressão, além de os tornar mais leves. Fonte: <http://www.sitiocoop.com/doc/tecnologias-apropriaveis/evolucao-da-obra>.

Testes mencionados por Gernot Minke demonstram que a resistência à erosão por jacto de água passou de 4 minutos para mais de 4 horas com a simples adição de estrume de vaca na proporção de 3,5% do peso total.

<sup>16</sup> Usado antigamente nas casas mais abastadas, no Brasil.

<sup>17</sup> Extraído da natureza e com múltiplas aplicações (incluindo a saúde), o óxido de magnésio torna a terra, independentemente da sua composição, muito resistente e mantém-na 100% renovável. Apesar disso, apenas foi encontrado um exemplo da sua aplicação na estabilização de BTC's no Japão, pelo Atelier Tekuto, em 2011, fruto de um projecto universitário iniciado em 2008. Já em 1996, Xeidakis expunha o potencial do hidróxido de magnésio na estabilização do barro, podendo ser combinado com o hidróxido de cálcio para uma maior eficácia. (fonte: AVRAMI, Erica; GUILLAUD, Hubert; HARDY, Mary - *Terra Literature Review: An Overview of Research in Earthen Architecture Conservation*. Los Angeles: Getty Conservation Institute, 2008. pp. 99. [Consult. 14 Jun. 2013] Disponível em WWW: <[http://www.getty.edu/conservation/publications\\_resources/pdf\\_publications/pdf/terra\\_lit\\_review.pdf](http://www.getty.edu/conservation/publications_resources/pdf_publications/pdf/terra_lit_review.pdf)>.)

<sup>18</sup> No seu *Traité de Construction en Terre*, Hugo Houben e Hubert Guillaud inventariaram mais de 130 produtos estabilizantes, naturais e sintéticos.

devem ser evitados. Outros impactos do uso de estabilizadores podem ser observados na Fig. 17.

Independentemente de serem adicionados ou não correctivos à terra usada, esta deverá ser sempre preparada antes de ser aplicada, crivando-a, desagregando-a e misturando-a, manual (com as mãos ou os pés, ver Fig. 18, ou pisada por animais de carga) ou mecanicamente (com betoneiras ou trituradores), de forma a torná-la mais homogênea. A água só é adicionada, se necessário, após esta primeira homogeneização da mistura.



Fig. 18 Desagregação e Mistura da Massa de Terra com os Pés

Fonte: <http://espaconaturalmente.blogspot.pt/p/fotos-das-oficinas-e-mutiroes.html>.

Uma forma de estabilização da terra que é, por norma, sempre utilizada, é a **estabilização mecânica**, de densificação da terra **por compactação**, reduzindo a porosidade e aumentando a resistência mecânica, seja executada manualmente ou com recurso a máquinas.

O próprio sistema construtivo pode ajudar à estabilização da terra nos casos em que é integrada uma **armadura** (canas/bambu, fibra de vidro ou aço), uma **estabilização física** que permite reduzir a fissuração e distribuir as tensões por toda a massa.

Todas estas técnicas de estabilização da terra foram divididas em seis categorias principais pelo CRATerre que sintetizam os diferentes tipos de abordagem: densificar (reduzir a porosidade), armar (reduzir a retracção), encadear (reforço da ligação química entre o estabilizante e a componente arenosa; ex. cimento Portland), ligar (reforço da ligação química entre todas as partículas; ex. cal hidratada, reage com a argila formando um material pozolânico), impermeabilizar (enchimento dos poros com material impermeável; ex. betume), e hidrofugar (impedir a passagem e absorção da água). Estudos realizados neste âmbito pela CRATerre revelam como **composição "ideal"** 15-25% de argila, 20-35% de silte, 40-50% de areia e 0-15% de gravilha. Outras fontes variam entre 30-40% argila e 60-70% areia (versão simples), ou 15-18% de argila, 10-28% de silte, 55-75% de areia e 0-15% de gravilha (versão complexa).

Tendo em conta estas noções gerais, convém referir que cada sistema/técnica construtiva terá as suas próprias necessidades em termos de granulometrias e plasticidades, pelo que idealmente seria a terra disponível para a construção a ditar o método construtivo utilizado.

### 3.2.4 Vantagens e Desvantagens

#### Vantagens:

▪ Matéria-prima **superabundante**, normalmente **disponível no local** (terra retirada das fundações ou outras escavações, como fossas assépticas, lagos ou piscinas), originando poupanças a nível de transportes<sup>19</sup>;

▪ **Propriedades** facilmente **corrigíveis** e adaptáveis ao uso, através da adição de areias, palha e aglutinantes como argila ou cal, entre outros compostos, todos eles de origem natural;

▪ Proporciona sistemas de construção **económicos**, a nível de aquisição de matéria-prima, transporte e mão-de-obra, que não necessita de ser qualificada, apenas especializada (assim sendo, o custo corresponde essencialmente ao custo de mão-de-obra);

▪ É **apropriado para a auto-construção** por ser um material seguro e trabalhável com as mãos sem grande dificuldade;

▪ É **ecológico**, tendo origem 100% natural;

▪ **Consome** 60 vezes **menos água** que a produção de betão<sup>20</sup>;

▪ Tem **reduzidos gastos energéticos** na sua produção e utilização, sendo que nos sistemas construtivos mais tradicionais apenas era utilizada a energia solar em pequenas quantidades;

▪ É **100% reciclável**, podendo-se utilizar o material da demolição na sua reconstrução, sem perdas de matéria-prima, simplesmente voltando a adicionar água;

▪ É **biodegradável**, podendo ser usada novamente como terra, não afectando a vegetação e não gerando entulho;

▪ É **incombustível**;

▪ **Preserva a madeira** e outros materiais orgânicos, impedindo o seu apodrecimento;

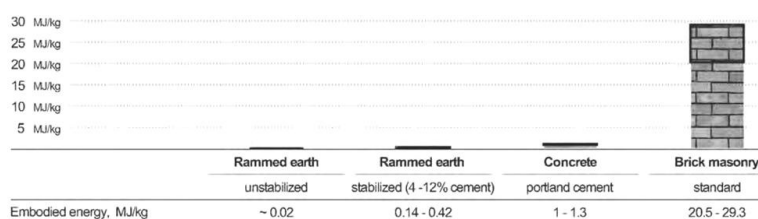


Fig. 19 Dispendio energético associado a diferentes tipos de paramentos, taipa (não estabilizada e estabilizada), betão e tijolo, respectivamente

Fonte: BIRZNIEKS, Lauris - *Designing and Building with Compressed Earth*.

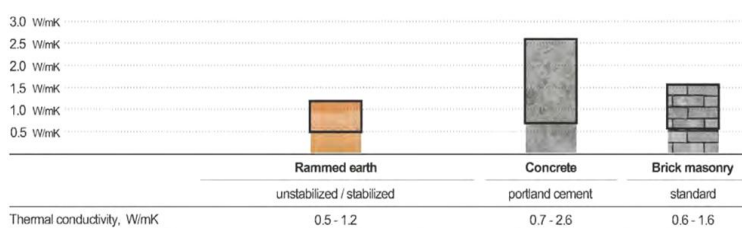


Fig. 20 Condutividade Térmica associada a diferentes tipos de paramentos, taipa, betão e tijolo, respectivamente

Fonte: BIRZNIEKS, Lauris - *Designing and Building with Compressed Earth*.

<sup>19</sup> Não se trata aqui de fazer a apologia da arquitectura de terra de forma radical. Como será óbvio, existem zonas do planeta, como os desertos, áreas montanhosas, ou com importantes camadas de terra vegetal, que não serão indicadas para a construção de terra. Apela-se ao bom senso dos arquitectos, construtores e restantes interessados para identificarem quais são efectivamente os materiais disponíveis na região, para deles tirarem o melhor proveito.

<sup>20</sup> Fonte: ARELLANO, Juana Font - "Lo que aporta la construcción de tierra a la arquitectura" in *Terra em Seminário*. pp.78.

- Permite um **elevado conforto térmico, acústico e higrométrico**<sup>21</sup> (controlo do nível de humidade do ar) devido ao material, à sua inércia térmica e à espessura da parede;
- Tem a capacidade de **absorver e filtrar a poluição**, contribuindo para um ambiente mais limpo e diminuindo o risco de doenças respiratórias;
- É uma **barreira contra as ondas electromagnéticas**, que podem ter impactos na saúde;
- É de fácil uso para a **autoconstrução**, facilitando a criatividade e a identificação com a construção;
- Tem uma grande **diversidade cromática** devido à sua própria natureza.

#### **Desvantagens:**

- É **frágil**, em contacto com a água transforma-se em lama e a acção do vento origina a libertação de material sob a forma de poeira<sup>22</sup>. São necessários revestimentos, que no caso corrente da cal obrigam a manutenção regular;
- Apresenta **reduzida resistência mecânica a acções horizontais**, não sendo indicada para as regiões de elevado risco sísmico, a não ser que seja adoptada uma sub-estrutura para esse efeito;
- A **secagem** do material deve ser **lenta**, para evitar a fendilhação excessiva;
- A **certificação** da matéria-prima tem de ser feita **caso a caso**, uma vez que a sua composição e características variam consoante o local de onde é extraída, não existindo uma normalização;
- **Não existe legislação específica** para este tipo de construção, apesar de tal não impedir o licenciamento;
- É **difícil encontrar financiamento e empresas especializadas** na construção em terra crua;
- **Limitações formais**, na utilização exclusiva dos métodos construtivos tradicionais, em termos de altura, espessura das paredes, dimensão dos vãos, entre outros, que podem, por sua vez, reduzir a área útil de construção da solução, reflectindo-se nos retornos económicos obtidos.

<sup>21</sup> A capacidade de manter o nível de humidade do ar nos 50%, o mais saudável para o ser humano, torna este material ideal para usar em casas de banho (contando que não estejam directamente em contacto com a água), diminuindo a possibilidade de desenvolvimento de fungos.

<sup>22</sup> Ainda assim, a erosão não é tão problemática como se pensa, tendo implicações a nível estético e não estruturais. Superfícies verticais em zonas com 65cm de chuva por ano sofrem 2,5cm de erosão em 20 anos (ver Anexo 5). Já as superfícies horizontais podem sofrer o dobro ou triplo disso, por ano. Nota: A precipitação média anual para o conselho de Odivelas é 636mm por ano e em Faro de 918mm, sendo que os restantes concelhos do Algarve que não fazem fronteira com o de Faro também apresentam valores de precipitação anual na ordem dos 636mm. Fonte: [http://www.gpp.pt/Fregactividade/FTabela\\_precipitacao\\_maxima\\_concelho\\_PGEP\\_Nov09.xls](http://www.gpp.pt/Fregactividade/FTabela_precipitacao_maxima_concelho_PGEP_Nov09.xls).

## IV - Sistemas Construtivos

São vários os sistemas construtivos que utilizam a terra para a construção. A forma como esta é aplicada, trabalhada e conjugada com outros materiais diverge significativamente consoante a região do globo de que se fala (onde evoluíram, na sua origem, de forma distinta), e, como já se viu, este é um material que existe virtualmente em todo o mundo.

Para uma melhor sistematização destes sistemas, o grupo CRATerre elaborou uma classificação que os divide em 3 grupos distintos: terra crua usada como construção monolítica e estruturante, terra crua usada como alvenaria portante e terra crua usada como enchimento de uma estrutura de suporte.

A Fig. 21 ilustra esse sistema de classificação. Este esforço de sistematização louvável pode ser, e será, continuamente revisto, à medida que novas formas, antigas e novas, de se usar a terra crua na construção forem sendo descobertas.

Outro sistema de classificação derivado do anterior estabelece uma hierarquia baseada no estado de aplicação, sólido, seco, plástico ou líquido (ver Fig. 22, para outra interpretação da mesma lógica de divisão ver a Fig. 23).

Neste caso, irei também abordar, para além dos casos enunciados acima, a terra crua usada como argamassa e reboco e os sistemas mais usuais de constituição das fundações e coberturas, pois, tal como diz o dito popular inglês, "para durar séculos, uma construção em terra tem de ter bom chapéu e boas botas" de forma a resistir aos inconvenientes da água, como vimos anteriormente.

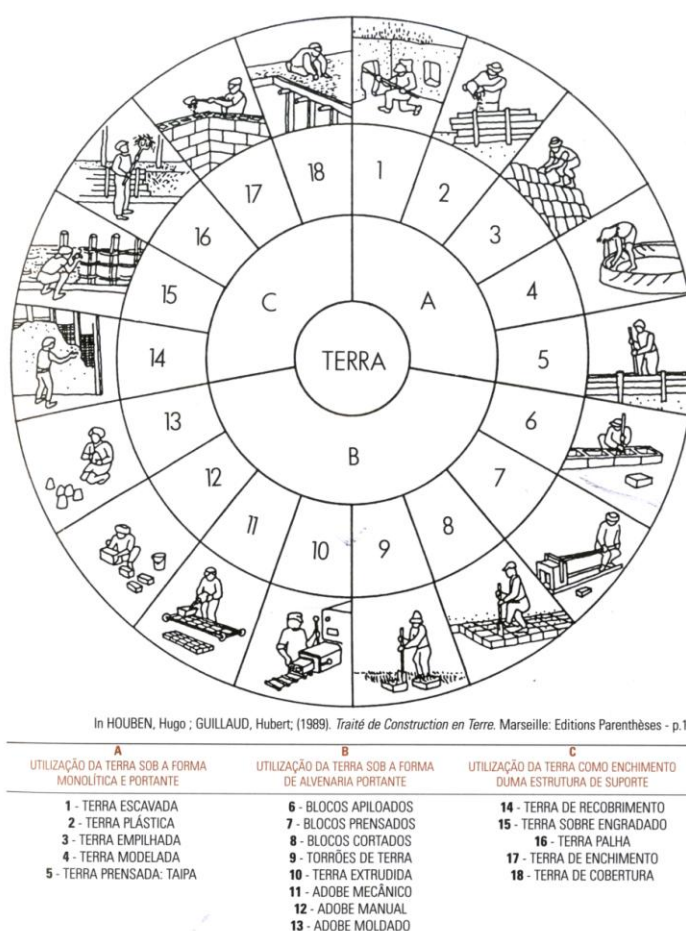


Fig. 21 Classificação dos Sistemas Construtivos, segundo o CRATerre  
Fonte: Terra: Forma de Construir - Arquitetura/ Antropologia/ Arqueologia.

10ª Mesa-Redonda de Primavera, Porto, Março de 2006.

Nota: as ilustrações do nº 12 e 13 encontram-se trocadas, mas optou-se por não corrigir a figura, de forma continuar fiel à fonte.

Antes de avançar com o desenvolvimento de cada um destes sistemas em maior detalhe, convém apenas referir que em muitos casos estes sistemas não são utilizados de forma isolada, mas podem ser igualmente conjugados entre si e com outros sistemas construtivos modernos, como iremos ver quando abordar-mos alguns casos de estudo como exemplos específicos.

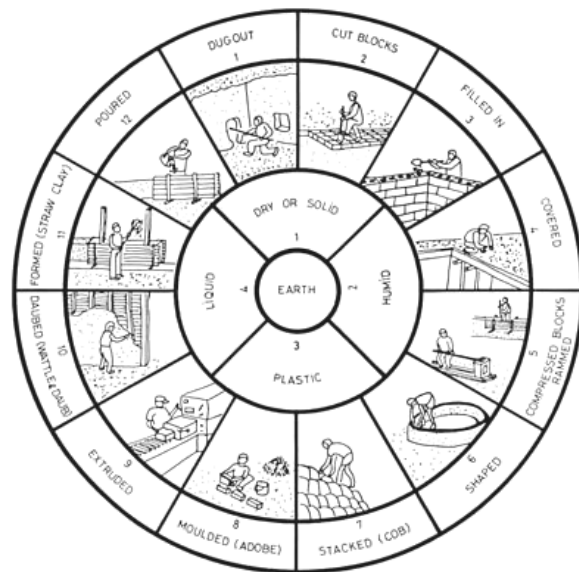


Fig. 22 Classificação das Técnicas Construtivas em Terra segundo o Estado Físico

Fonte: [http://www.earth-auroville.com/world\\_techniques\\_introduction\\_en.php](http://www.earth-auroville.com/world_techniques_introduction_en.php).

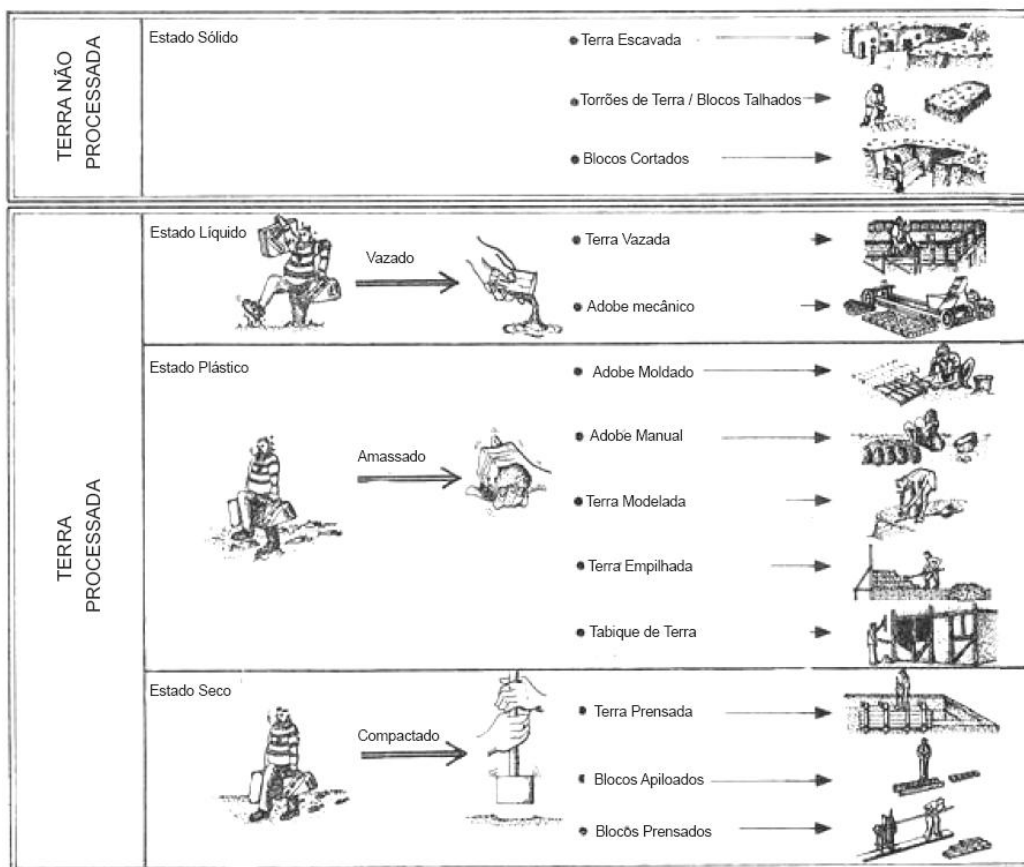


Fig. 23 Divisão das Técnicas Construtivas em Terra segundo o Estado Físico

Nota: O texto da imagem foi traduzida de forma livre.

Fonte: <http://mestrado-reabilitacao.fa.utl.pt/disciplinas/jaguiar/MariaFernandesTERRA2.pdf>.



## 4.1 Terra Crua usada como Construção Monolítica e Estruturante

Nesta família de construção em terra, o material é usado de forma monolítica, sem ser necessária a separação do material em unidades menores. A construção funciona, assim, como um todo unitário, sem ser necessário qualquer outra estrutura.

### 4.1.1 Terra Escavada

Este é o mais antigo sistema construtivo de todos, usado desde a Pré-História.

Se uma das primeiras habitações do Homem foi a apropriação de grutas naturais para abrigo e residência, esta forma de construir foi uma maneira de artificializar esse processo natural de erosão. É uma forma de construção em negativo, em que se "constrói" o espaço, em vez das formas que o contêm. As "grutas" eram escavadas pelo homem, na vertical ou na horizontal, em zonas em que o terreno, mais poroso, pudesse ser trabalhado dessa forma.

Os exemplos mais correntes são a escavação artificial de grutas em encostas, como as Grutas de Mogao (ver Fig. 24) e de Dunhang, na China.

Em terrenos planos, a solução consiste em escavar grandes poços na vertical que definem o pátio de onde partem, depois, os diversos compartimentos na horizontal. Exemplos emblemáticos desta situação são Matmata, na Tunísia (onde foram filmadas cenas do filme *Star Wars*, ver Fig. 25), e Nxiang ou Shaanxi, na China.

É de referir que o cuidado tido na escavação dos compartimentos é refletido também no tratamento das fachadas, de forma a simular as habitações tradicionais da região.

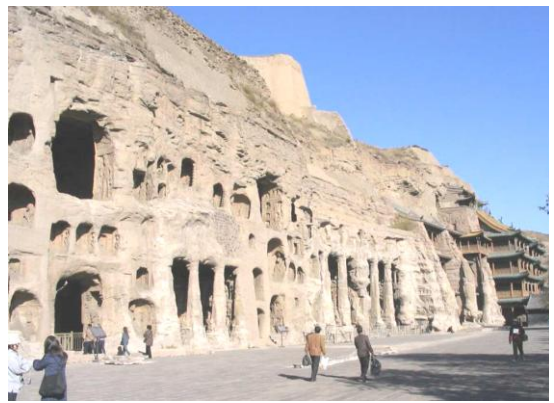


Fig. 24 Grutas de Mogao, China

Fonte: GOMES, Maria Idália; GONÇALVES, Teresa Diaz - *Construção de Terra Crua*.



Fig. 25 Matmata, Tunísia

O interior das casa é caiado de branco de forma a reflectir melhor a luz proveniente do pátio.

Fonte: GOMES, Maria Idália; GONÇALVES, Teresa Diaz - *Construção de Terra Crua*.

#### 4.1.2 Terra Modelada

Esta forma de construir, também chamada de "método dos rolos de oleiro" consiste em moldar à mão o barro em rolos que são depositos por faixas em altura, formando os paramentos (ver Fig. 26). Cada faixa

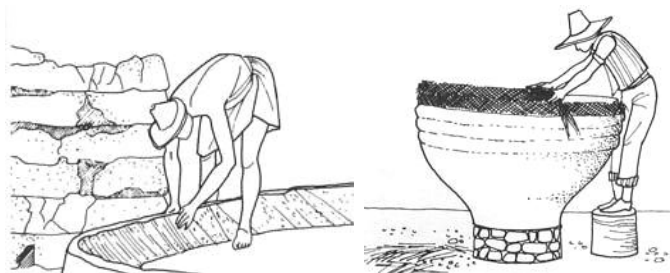


Fig. 26 Terra Modelada

Fonte: FERNANDES, Maria - *Patrimônio de Terra: Universalidade das Técnicas*.

vai sendo sucessivamente moldada e comprimida com as mãos. É uma técnica muito rudimentar, que pode mesmo dispensar qualquer tipo de ferramenta.

Assemelha-se muito ao trabalho dos oleiros tradicionais (e possivelmente terá sido uma evolução natural) quando fabricam peças redondas e ocas, à escala da mão e não do corpo, como neste caso.

Desta técnica resultam, portanto, normalmente, edifícios de formas redondas, e a sua aplicação é muito comum, particularmente em países junto ao Equador e em África (ver Fig. 27Fig. 28).

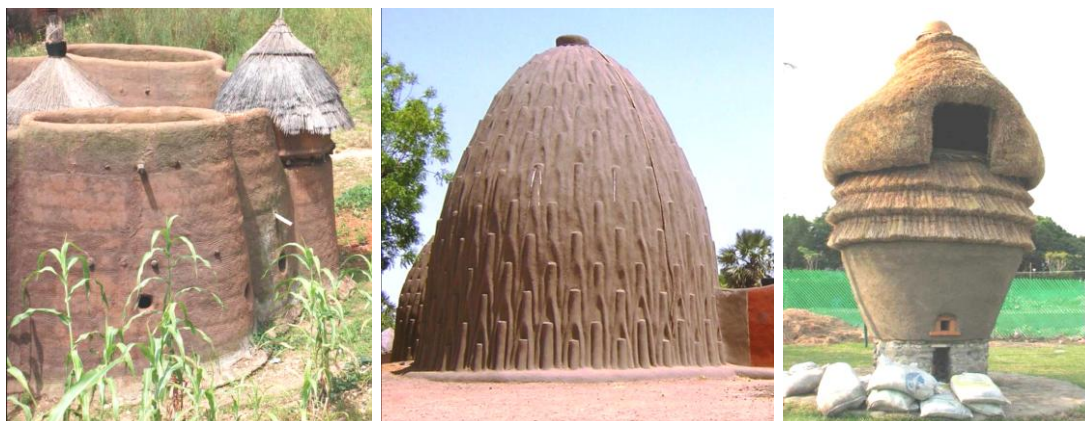


Fig. 27 Casa Somba, Benin / "Cabana-Granada" ou "Casa -Obus" da etnia Mousgoum, Camarões / Celeiro em Cuernavaca, México

A forma da imagem central é baseada na curva de catenária, a mais eficiente em termos estrutural, uma vez que toda a construção trabalha apenas à compressão. As "escamas" na superfície funcionam como apoio para os pés aquando da manutenção do revestimento.

Fonte: GOMES, Maria Idália; GONÇALVES, Teresa Diaz - *Construção de Terra Crua*.



Fig. 28 Construção de Silos em Terra Moldada, Burkina Faso, Nigéria e Togo, África

Fonte: FERNANDES, Maria - *Patrimônio de Terra: Universalidade das Técnicas*.



### 4.1.3 Terra Prensada (Taipa)

Destes sistemas de terra monolítica, o mais usado em Portugal é, sem dúvida, a técnica da terra comprimida, apelidada em terras lusas de Taipa (do árabe *tabiya*), ou no Brasil como Taipa-de-Pilão, *Rammed Earth*, em inglês, *Pisé*, em francês, *Tapial*, em espanhol. É, provavelmente, uma das técnicas de construção em terra de maior difusão no mundo, trazida para a Europa pela civilização fenícia, sendo usada em todos os cinco continentes.

Para a taipa, a percentagem ideal de argila é reduzida, 10-20%. As areias compõem a componente principal, entre 40-50%, juntamente com os siltes, entre 20-35%, e a gravilha, até um máximo de 15%.

Para além fibras, que contribuem para a resistência à tracção, como a palha, podem também ser adicionadas, no caso da taipa, gravilhas ou outros agregados de maior dimensão que irão aumentar a resistência da parede.

A parede é realizada por troços através de moldes (ou enxameis), tradicionalmente em madeira, mas actualmente também passíveis de ser em metal (alumínio ou aço), contraplacado ou fibra de vidro, entre outros. Este são compostos por taipais laterais e frontais (comportas), unidos entre si pelas costeiras (ou costeiros) nos lados, pelas agulhas na base e pelos côvados<sup>23</sup> (ou cangas) na parte superior, apertadas, como no exemplo da Fig. 29, por um baraço. Taipais mais recentes exploram formas de tornar o processo de trabalho mais eficiente, como o taipal deslizante da Fig. 30, o taipal integral (comum na Califórnia e Austrália) ou permitir formas curvas (ver Fig. 31), cunhais ou intersecções.

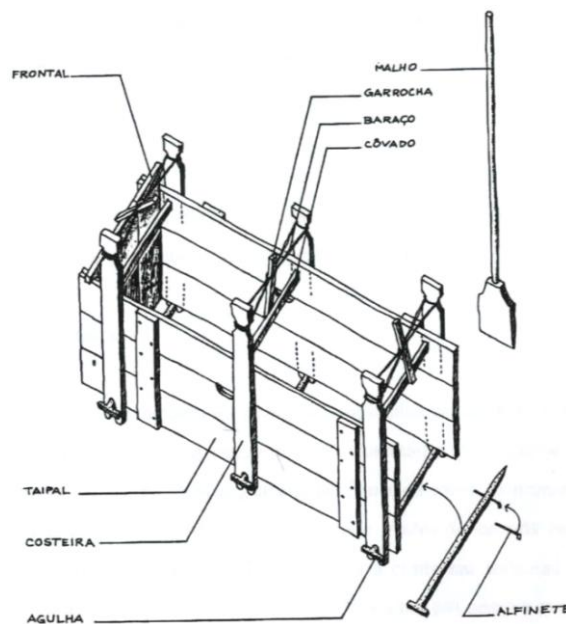


Fig. 29 Composição dos Taipais para a construção em Taipa

Fonte: BRITO, Jorge de - *Paredes de Taipa e Adobe*.

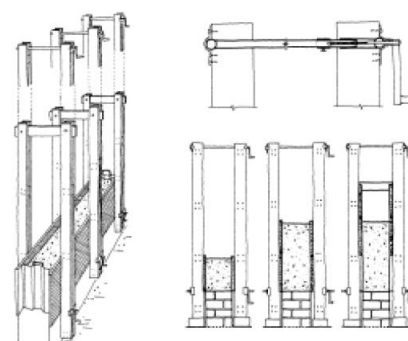


Fig. 30 Taipal Deslizante

Fonte: [http://gernotminke.de/veroeffentlichungen/manual\\_engl.pdf](http://gernotminke.de/veroeffentlichungen/manual_engl.pdf).

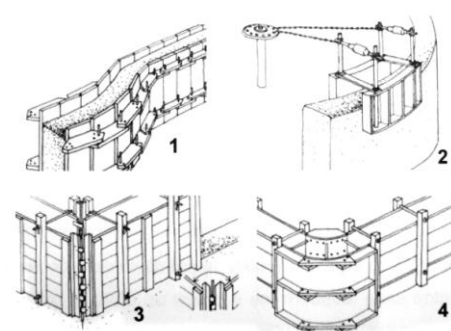


Fig. 31 Taipais Especiais

- 1: cofragem em pequenos painéis;
- 2: cofragem curva; 3: cofragem de ângulo variável;
- 4: cofragem curva para canto.

Fonte: CRATerre - *Traité de Construction en Terre* in ESCOVAL, Ana Isabel - *Técnicas Tradicionais de Construção - A Taipa*.

<sup>23</sup> O nome advém da medida de espessura, de origem islâmica, tida como referência antes da introdução do metro. Corresponde à distância entre o cotovelo e a ponta do dedo médio.

1 côvado  $\approx$  41 a 52cm, dependendo do sistema métrico que também variou ao longo do tempo.



Fig. 33 Malho de Compactação

Os malhos retangulares eram usados para a compactação dos cantos.

Fonte: GOMES, Maria Idália; GONÇALVES, Teresa Diaz - *Construção de Terra Crua*.



Fig. 34 Construção através de Taipa, Marrocos e China

Maço de compactação, à esquerda, e taipal de barrotes, à direita, originando uma estereotomia distinta.

Fonte: [http://www.earth-auroville.com/traditionnal\\_rammed\\_earth\\_en.php](http://www.earth-auroville.com/traditionnal_rammed_earth_en.php).

As suas dimensões podem ir de 45cm a 1m de altura e de 1 a 3m de comprimento. A largura corresponde à largura pretendida para a parede, usualmente entre 40-50cm, para 1 piso, e 70-90cm para o piso térreo em construções de 2 pisos. Estudos revelam que a espessura da parede deverá ter, no mínimo, 1/8 da altura da parede. Estas medidas correspondem aos valores de segurança usados tradicionalmente de forma a garantir a resistência sísmica das construções, já sendo possível construir em taipa usando espessuras mais esbeltas<sup>24</sup>, com uma relação de 1/10 ou mesmo 1/12, mesmo mantendo a taipa como estrutura portante, tendo apenas a preocupação de manter isolamento térmico suficiente. Devido a estas grandes espessuras, são normalmente utilizadas nas paredes exteriores dos edifícios.

Os moldes são montados sobre o murete da fundação e a terra é colocada no seu interior em camadas de 10-15 cm, que são fortemente batidas com o malho (maço ou pilão) (ver Fig. 33 e 33), entre 4 a 9 Kg, até reduzirem para cerca de 1/3 da espessura inicial, assumindo densidades na ordem dos 1.700-2.200 kg/m<sup>3</sup>. Os pilões podem ser de peso (manuais), pneumáticos ou vibratórios (mecânicos) (ver Fig. 32). Estes compressores não devem ultrapassar os 15kg e usar uma pressão de 5 ou 6 bar. No caso dos pilões mecânicos as camadas de taipa podem ser de espessura superior, até 20-30cm. Apenas um pouco de água é adicionada, se necessário, juntamente com a massa de terra praticamente seca e a compactação tem por objectivo eliminar as bolhas de ar existente, aumentando a resistência da parede. Este processo é muito importante para a solidez da construção, de tal maneira que diz o ditado popular "a terra deverá ser transportada por um coxo e batida por um doido", significando

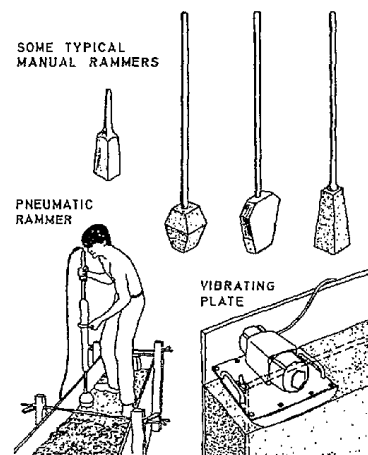


Fig. 32 Tipos de Pilões (Manuais, Pneumáticos e Vibratórios)

Fonte: <http://collections.infocollections.org/ukedu/en/d/Jsk01ae/8.2.html>.

<sup>24</sup> O edifício WISE (Wales Institute for Sustainable Education) contém um auditório com as paredes em taipa mais altas do Reino Unido, 7,2m de altura com apenas 50cm de espessura.

assim que a terra deve ser batida com força e durante tempo suficiente para se atingir o nível de compactação ideal<sup>25</sup>. A compactação ou pisoamento deve ser feita do exterior para o centro.

Os taipais de cada troço são retirados assim que a parede secou o suficiente para se sustentar e podem ser novamente utilizados para o troço seguinte, na horizontal, agora já sem uma das comportas de modo ao novo troço poder ligar-se ao anterior. Utilizar mais do que um conjunto de moldes permite à construção avançar mais depressa.

Os troços devem ser preferencialmente desencontrados em fiadas consecutivas para aumentar a coesão do conjunto, no entanto, na técnica de construção vertical, todo o troço da parede é construído em toda a sua altura antes de se avançar para o seguinte. As juntas podem ser verticais ou oblíquas (entre 45 e 60°, ver Fig. 35), entre troços, e horizontais, entre fiadas. Também podem ser feitos encaixes tipo "macho-fêmea" nas juntas verticais (ver Fig. 36). As juntas podem ser executadas com uma mistura mais resistente que o bloco de taipa, ficando esta saliente quando estes sofrem erosão, a chamada taipa reforçada ou calicastrada. Tradicionalmente, era usada uma argamassa de cal e areia a contornar as arestas do troço construído, antes de se iniciar o seguinte, de forma a selar as juntas e a reforçar a ligação entre fiadas, evitando fissuras provocadas pela secagem desfasada.

Os **cunhais** são nós importantes para a estabilidade do conjunto e são várias as soluções que se podem adoptar, entre as quais, o travamento por contrafiada (cruzamento de blocos perpendiculares, ver Fig. 37), por pedras alongadas, com tijolos maciços e com prumo de madeira triangular. Outra hipótese é a adopção de formas curvas que evita, à partida, este tipo de situações de maior desgaste.

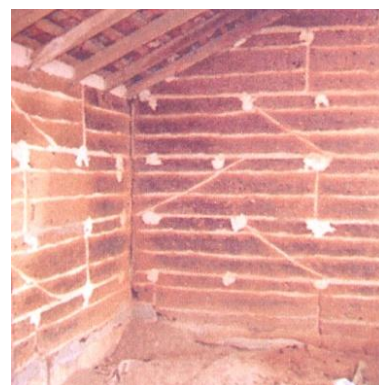


Fig. 35 Juntas Oblíquas

Fonte: ESCOVAL, Ana Isabel - *Técnicas Tradicionais de Construção - A Taipa*.



Fig. 36 Encaixe macho-fêmea no encontro de paredes contínuas

A abertura foi feita desbastando a parede, no entanto, pode-se optar por fazer o negativo previamente.

Fonte: [http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos\\_2005-1/taipa/manual.htm](http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos_2005-1/taipa/manual.htm).



Fig. 37 Construção em Taipa

Fonte: <http://tabiquesdoaltotamega.blogs.sapo.pt>.

<sup>25</sup> Segundo estudos de Williams-Ellis, uma equipa de 3 trabalhadores é capaz de produzir entre 1,5 a 3m<sup>3</sup> de solo compactado por dia, utilizando apenas processos manuais.

Os **vãos** podem ser abertos apenas após a conclusão das paredes cegas ou feitos por negativo. O seu reforço, verga e laterais, pode ser executado em alvenaria de tijolo cozido ou barrotes de madeira.

Com a remoção dos taipais e antes do total endurecimento da parede, pode-se proceder ao cravar de pequenas pedras na superfície da parede para aumentar a sua capacidade de aderência ao reboco. Os furos provocados pelas agulhas são, posteriormente, preenchidos com a massa de terra ou com o reboco usado no revestimento. Com a parede completa e os taipais retirados, esta fica exposta ao sol a secar ao ar, de forma a endurecer naturalmente, sendo por isso conveniente a sua execução na Primavera com a terra ainda húmida, de forma a construção poder ficar a secar durante todo o Verão<sup>26</sup>. No Outono e Inverno as paredes são lavadas por acção da chuva, eliminando quaisquer elementos desagregados. É assim que, com a parede limpa, se pode proceder, na Primavera seguinte, à aplicação do reboco de cal e areia e/ou à caiação directa, primeiro no interior, e, só depois da secagem, no exterior.

Com a caiação torna-se obrigatória a manutenção regular com uma ou mais demãos de leite de cal. No entanto, a chamada **taipa militar**, por utilizar uma terra estabilizada com cal aérea (até 12%), pozolanas naturais e outros agregados, torna-se mais resistente à acção da chuva e dispensa a caiação. Aliás, é inclusivamente necessário "regar" cada troço após a sua estabilização, protegendo-o do sol directo, de forma a reagir com a cal e assim obter a resistência máxima. Esta é uma tradição que vem do "formigão" ou "opus signinum" romano, em que já era utilizada a cal, numa mistura juntamente com areia cascalho e saibro. Actualmente é mais comum a estabilização com 5 ou 6% de cimento, proporcionando maior resistência.

Outra hipótese de revestimento da taipa pode ser a da cofragem perdida, normalmente em pedra, madeira ou bambu, ou, mais recentemente, com placas de isolamento térmico, em que a terra funciona como material de enchimento (ver Fig. 38).

Independentemente da real resistência oferecida pelas paredes em taipa, que deriva, como vimos, de inúmeros factores, pode-se considerar a sua resistência mínima como cerca de  $44\text{Kg/cm}^2$ , para acções verticais, mas normalmente pode-se considerar  $2/3$  em relação ao betão convencional (um estudo de comparação da resistência dos sistemas construtivos mais usuais pode ser consultado na Fig. 39).

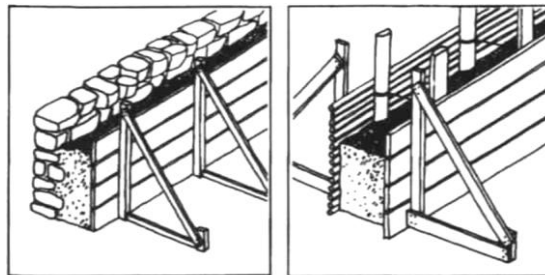


Fig. 38 Taipa com Sistema de Cofragem Perdida

Fonte: BRITO, Jorge de; FLORES, Inês - *Paredes em Terra Crua*.

<sup>26</sup> Segundo exemplos reais, o erguer das paredes de uma moradia com 200-300m<sup>2</sup>, utilizando uma equipa de 5 pessoas, tem uma duração aproximada de 2 meses. Fonte: EUSÉBIO, António. *Reabilitação e Melhoramento de Paredes de Terra Crua - Taipa*.

Gernot Minke refere 20-30h/m<sup>3</sup>, usando métodos tradicionais, podendo ser reduzidos para 2h/m<sup>3</sup> se se optar pela mecanização mais avançada (como a usada na Califórnia).



Já no séc. XX, foi desenvolvida pelo arquitecto americano David Easton um sistema mais rápido de construção em taipa apelidado de P.I.S.E. (Pneumatically Impacted Stabilized Earth ou Terra Estabilizada Compactada Pneumaticamente) (ver Fig. 40). Utilizando máquinas de ar comprimido, a terra é projectada sobre os taipais com toda a altura da parede e abertos de um dos lados, dispensando cintas e braçadeiras, e reduzindo, assim, o tempo de montagem em 1/3, apesar de este sistema ser igualmente aplicável no caso dos taipais tradicionais completos.

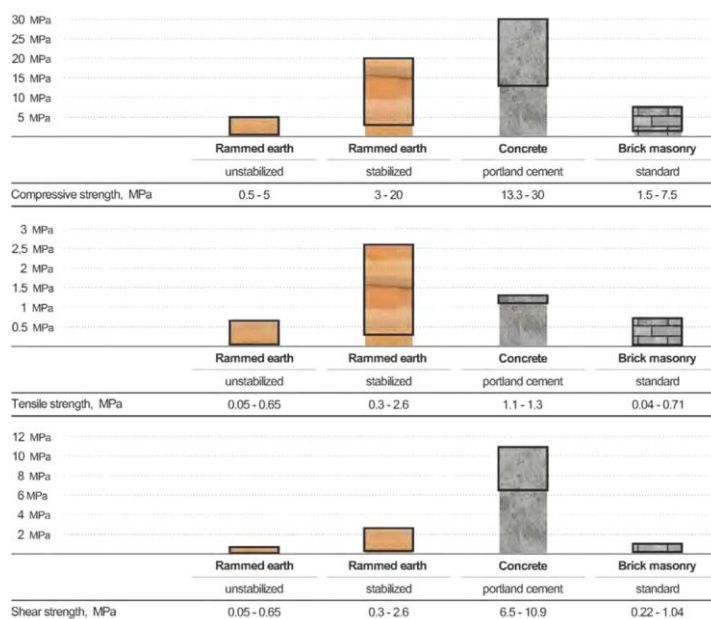


Fig. 39 Resistência à Compressão, Flexão e ao Corte, para diferentes tipo de paramentos, taipa (não estabilizada e estabilizada), betão e tijolo, respectivamente

Nota: 1 MPa  $\approx$  10,2 Kgf/cm<sup>2</sup>

Fonte: BIRZNIEKS, Lauris - *Designing and Building with Compressed Earth*.



Fig. 40 P.I.S.E.

Fonte: [http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos\\_2007-1/recursos/construtivas/materiais.html](http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos_2007-1/recursos/construtivas/materiais.html).

#### 4.1.4 Terra Empilhada (Cob, em Inglaterra, ou Bauge, em França)

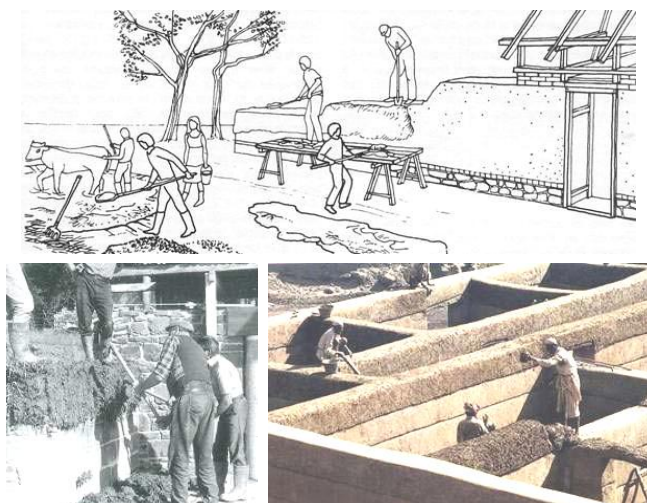


Fig. 41 Construção através de Terra Empilhada

Fonte: FERNANDES, Maria - *Património de Terra: Universalidade das Técnicas*.

Esta técnica consiste, tal como o nome indica, na sobreposição e compactação manual de montes de terra misturados com palha ao longo de fiadas sobrepostas (ver Fig. 41, 42 e 43), sendo por isso mais leve que a taipa, com densidades entre os 1.500-1.800 kg/m<sup>3</sup>. Depois de aplicada, o topo da camada é furado com os dedos para facilitar a ligação com a fiada seguinte. Cada camada, com 20 a 50cm de altura (por vezes 80cm), deve solidificar antes de poder ser aplicada a seguinte, sendo por isso um processo mais moroso. A espessura dos paramentos pode ser muito variável (tem mesmo tendência a diminuir de forma natural da base para o topo<sup>27</sup>), podendo esta técnica ser utilizada de forma portante ou apenas como enchimento de uma estrutura de pilar-viga, usualmente em madeira. Em certas situações pode resultar semelhante à taipa, mas, ao contrário desta, não são necessários taipais e a terra não tem o mesmo nível de compactação, sendo, de certa forma, importante a técnica como a terra é atirada de encontro ao muro (à mão ou com recurso a uma forquilha própria).

No final, a superfície é aparada e regularizada com uma régua usada na vertical. Podem também ser usadas ferramentas, como espátulas, para eliminar as imperfeições. Apesar disso, a sua superfície apresenta normalmente uma certa irregularidade muito característica e todos os cantos são,



Fig. 42 Construção por Empilhamento de Terra

Fonte: GOMES, Maria Idália; GONÇALVES, Teresa

Diaz - *Construção de Terra Crua*.

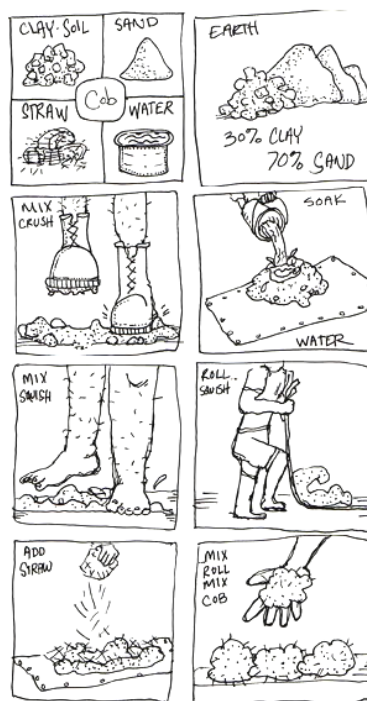


Fig. 43 Fabricação da Massa para o Cob

Fonte: [http://construindosustentavel.blogspot.pt/2010\\_03\\_01\\_archive.html](http://construindosustentavel.blogspot.pt/2010_03_01_archive.html).

<sup>27</sup> Em Itália, edifícios de 2 pisos possuem paredes que vão dos 80-90cm na base até aos 50cm no topo, usando matéria-prima com cerca de 20% de argila. Em Abruzzo, muitos destes edifícios já deram provas de serem sismo-resistentes. Fonte: CAMPOLI, Stefano; GIARDINELLI, Stefania - "Estado de l'arte de l'architettura en tierra en Abruzzo" in *Terra em Seminário*. pp.80.



Fig. 44 Leipzig, Alemanha

Fonte: FERNANDES, Maria - *Património de Terra: Universalidade das Técnicas*:



Fig. 45 Mesquita de Djulasob, Burkina Faso, 1890

Fonte: FERNANDES, Maria - *Património de Terra: Universalidade das Técnicas*.

por norma, boleados, afectando a forma como a luz interage com o edifício e se propaga no espaço. Por vezes também é explorada a possibilidade de decoração da superfície dos revestimentos em altos e baixos relevos, feitos com as mãos ou com qualquer tipo de ferramenta.

Em Inglaterra, de onde se considera ser originário<sup>28</sup> (onde é conhecido com o nome de *Cob*) está a ser reintroduzido. Apesar da longa tradição inglesa associada a esta técnica, exemplos do seu uso são também visíveis em África (ver Fig. 45) e noutros países da Europa (ver Fig. 44), como em Itália, onde a técnica é conhecida como *massone*. No Iémen, existem várias variantes desta técnica, a mais usual possui a característica de cada camada ser ligeiramente saliente em relação à inferior, protegendo a junta horizontal e de os cantos serem mais elevados criando um sistema de encaixe entre camadas de forma a tornar a construção mais resistente.

Actualmente, nos E.U.A. estão a ser feitos estudos para a sua redigir as suas normas legais de construção.

<sup>28</sup> Foram descobertas construções com 500 anos em pleno estado de conservação.

#### 4.1.5 Terra Vazada (ou Terra Plástica)

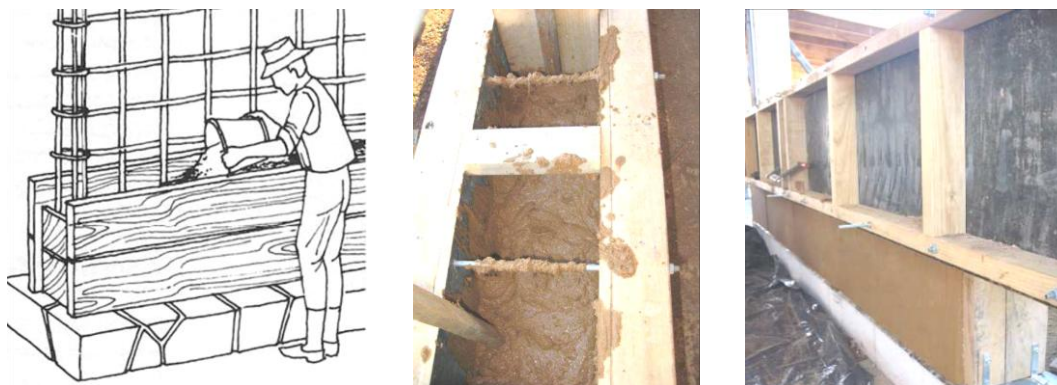


Fig. 46 Construção em Terra Vazada

Fonte: GOMES, Maria Idália; GONÇALVES, Teresa Diaz - *Construção de Terra Crua*.

Nesta técnica, mais recente, usada durante a II Guerra Mundial devido à escassez de materiais de construção, a terra argilosa é misturada com areia grossa e gravilhas, criando uma massa, à qual é adicionada água suficiente para que assuma um estado plástico, daí o seu nome. A massa pode ser estabilizada com até 12% de cimento. Depois disso, essa massa fluida é vazada em cofragens (ver Fig. 46), de modo análogo ao do betão, permitindo, depois da secagem, a construção de paredes monolíticas, pavimentos ou fundações (estes dois últimos necessariamente estabilizados). No entanto, para um maior controlo do processo de secagem, este processo é executado por camadas sucessivas, à semelhança da taipa. O grande inconveniente desta técnica é a elevada quantidade de água necessária para a obtenção do estado plástico, que leva a graves problemas de fissuração originada por retração excessiva, para além do elevado tempo necessário para a completa secagem (daí que não seja uma técnica recomendável para grandes espessuras). Estudos mais recentes obrigam à estabilização da terra e à redução da percentagem de água na mistura.

Embora sendo uma técnica praticamente desconhecida em Portugal, já existem algumas normativas para esta técnica na Austrália e na Nova Zelândia.



## 4.2 Terra Crua usada como Alvenaria Portante

Quando usada como alvenaria, a terra é aplicada essencialmente sob a forma de blocos ou adobes (*thobe*, de origem egípcia, que chegou até nós por influência árabe), e as diferenças das diferentes técnicas assentam, essencialmente, na forma como estes são fabricados. Trata-se igualmente de sistemas de construção auto-portantes.

### 4.2.1 Torrões de Terra (ou Blocos Talhados)

A construção segundo este método faz-se através do corte de blocos, com as dimensões pretendidas para a construção, directamente do solo (ver Fig. 47), sendo secos ao sol antes da aplicação. Os "torrões de terra" são obtidos directamente da camada de terra vegetal quando esta tem coesão suficiente, sendo que as raízes atuam como fibras vegetais no travamento da terra. Esta técnica é também denominada de *sod* (Reino Unido), *turf* (Irlanda) ou *terrone* (América Latina). Era uma técnica comum nos séc. XVII e XVIII na Inglaterra e na Escandinávia, levada para os E.U.A. pelos primeiros imigrantes.



Fig. 47 Extração dos Torrões de Terra, Nigéria e Índia

Esta técnica ainda é admitida segundo as normas construtivas no Novo México, E.U.A.. Existem tentativas de recuperação desta técnica para a construção contemporânea, sobretudo para tirar partido da capacidade desta terra poder suportar espécies vegetais (nomeadamente na construção de coberturas vegetais com espécies autóctones).

Fonte: FERNANDES, Maria - *Património de Terra: Universalidade das Técnicas*.

### 4.2.2 Blocos Cortados

Este método é semelhante ao anterior, mas, neste caso, o solo de onde são cortados os blocos tem características minerais. O mais conhecido é chamado de **laterite** (ver Fig. 48), um solo com grande concentração de hidróxidos metálicos (de ferro e alumínio) sem matéria orgânica que oxida (adquirindo a sua cor de ferrugem característica) quando exposto ao ar ou à humidade, conferindo-lhe uma grande coesão e resistência. Construções neste material são, por vezes, erradamente identificadas como sendo de pedra devido à dureza que a terra adquire ao longo do tempo, com a oxidação dos elementos metálicos.



Fig. 48 Blocos de Laterite, Orissa, Índia

Fonte: GOMES, Maria Idália; GONÇALVES, Teresa Díaz - *Construção de Terra Crua*.

Estes solos são mais comuns numa faixa do globo sensivelmente a sul do Equador, sendo o seu uso visível ainda nas regiões tropicais e tropicais húmidas, particularmente na Índia e em África.

#### 4.2.3 Adobe Manual

Esta forma de adobe é feita moldando com as mãos a massa de terra argilosa e areia, resultando numa forma arredondada. Essas "bolas" ou *tubalis*, são, depois, secos ao sol, tal como é possível ver nas Fig. 49 e 50.

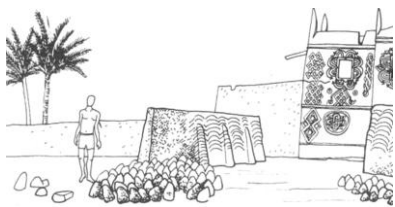


Fig. 49 Adobe Moldado

Fonte: FERNANDES, Maria - *Património de Terra: Universalidade das Técnicas*.



Fig. 50 Execução de Tubalis (direita) e Construção Hausa (esquerda), Nigéria

Fonte: GOMES, Maria Idália; GONÇALVES, Teresa Diaz - *Construção de Terra Crua*.

As superfícies dos paramentos, quando não regularizados, assumem uma textura muito interessante dada pela construção com este tipo de adobe manual (ver Fig. 50, à esquerda).

Esta técnica ancestral ainda hoje se encontra viva, em certas regiões africanas, em particular a sul do Sahara.

Já noutras regiões toma o nome de **Pães de Terra** (ver Fig. 51). Neste caso, as bolas de terra são moldadas como se de pães se tratasse e assentes na parede ainda húmidos, onde secam antes de aplicar a fiada seguinte. Cada "pão de barro" é furado com o dedo na sua superfície lateral de forma a facilitar a aderência do reboco em cal aplicado no final. Esta técnica foi usada pela primeira vez em 1925, em Dünne, na Alemanha.



Fig. 51 Construção com Pães de Terra Alternados, Alemanha, anos 20

Fonte: [http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos\\_2004-1/arq\\_terra/paesdebarro.htm](http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos_2004-1/arq_terra/paesdebarro.htm).



Fig. 52 Fabrico de blocos de adobe em Sheikh Zayed, na Faixa de Gaza

Fonte: <http://aventar.eu/2012/03/23/arquitectura-de-terra>.

#### 4.2.4 Adobe (Moldado e Mecânico)

Em Portugal, a técnica mais comum, usada até à massificação do tijolo cozido, foi a do adobe moldado, nome usado para designar, não só a técnica, mas também o próprio bloco (ver Fig. 52).

Esta é provavelmente uma das técnicas de maior expressão no mundo, estando na base das construções da Civilização Mesopotâmia e Egípcia.

O tijolo de adobe é feito através da colocação da massa de terra em moldes de madeira resistentes à água (atualmente também de metal ou plástico), rectangulares, sem base nem topo, que podem assumir as mais variadas dimensões, proporcionando assim, tijolos de grande variedade dimensional. No entanto, de forma a facilitar o seu manejamento e diminuir as possibilidades de se fracturarem por efeito de retracção na secagem, as dimensões mais comuns variam entre os 12 a 30cm de largura, por 40cm de comprimento e 10 ou 15cm de altura (sendo a mais comum a de 40x20x15cm). Existem também moldes de compartimentos duplos ou múltiplos (ver Fig. 53), estes últimos apenas introduzidos no séc. XX. Igualmente possível é a produção semi-industrial através de tratores adaptados alimentados pela matéria-prima em pasta e que depositam os adobes directamente nos terrenos para secagem, rentabilizando a produção (ver Fig. 54).

Não existem grandes limitações à terra que se pode utilizar (até o lodo é admitido), apesar disso, idealmente a massa deverá conter 54-75% de areia, 25-43% de ligantes (10-25% silte e 15-18% argila) e até 3% de fibras orgânicas, normalmente a palha cortada. Pode eventualmente incluir outros estabilizantes, como a cal aérea, cimento ou betume (3%). Um mínimo de água é adicionada de forma a tornar a pasta moldável. A massa, devidamente homogeneizada, é então introduzida nos moldes (adobeiros), colocados sobre uma superfície lisa para os tornar mais regulares. No caso de moldes em madeira, estes devem estar molhados para não absorverem a água da massa de terra. A face exposta é, então, salpicada com água e alisada com uma espátula, régua ou colher de pedreiro.



Fig. 53 Vários Tipos de Moldes

Inclui molde colombiano para paredes curvas e cúpulas e molde africano.

Fonte: <http://lecympicorelli-bioarquitetura.blogspot.pt/2011/06/construcao-de-terra-parte-22-formas.html#axzz2OU8o2hdr>.



Fig. 54 Adobe Mecânico, muito comum no sudoeste dos EUA

Fonte: FERNANDES, Maria - *Património de Terra: Universalidade das Técnicas*.



Feito isto, retira-se o molde e deixa-se o tijolo de adobe a secar, primeiro à sombra durante todo o processo de cura, para evitar fissuras ou desagregações provocadas por uma retracção demasiado rápida, e numa 2ª fase ao sol a fim de endurecerem completamente (ver Fig. 55). Os moldes são raspados e lavados e podem ser novamente utilizados. Uma pessoa é capaz de produzir em média 300 adobes por dia, de forma tradicional.<sup>29</sup>

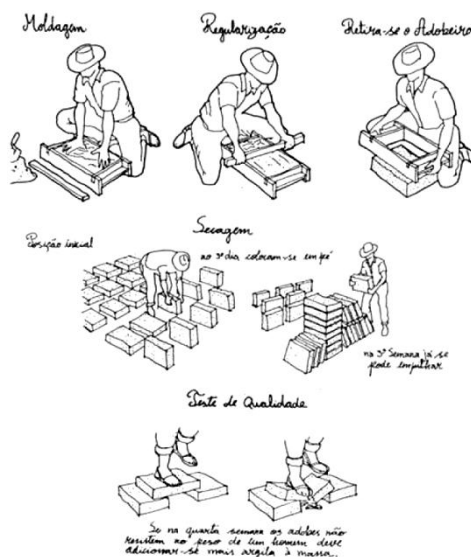


Fig. 55 Processo de Execução do Adobe

Fonte: FERNANDES, Maria - *Património de Terra: Universalidade das Técnicas*.

Todo o processo de secagem, em que os tijolos são regularmente virados, para uma secagem mais rápida e homogénea, pode demorar entre 3 a 6 semanas, dependendo das condições atmosféricas. No caso de serem blocos estabilizados, o período de cura varia. Para estabilização com betume considera-se os 5 dias, para o cimento 15 dias e no caso da cal 25 dias, sendo que nestes casos os adobes devem ser periodicamente humedecidos com água durante os primeiros 5 dias. No fim deste período, os adobes podem ser armazenados empilhados de forma a que haja sempre circulação de ar entre eles. O espaço e o tempo necessário à secagem são duas das principais desvantagens desta técnica.

Para construir o pano de parede empilham-se os tijolos de adobe uns por cima dos outros, fiada a fiada, tendo a preocupação de alternar as juntas, evitando a sobreposição das juntas verticais, para um melhor travamento do paramento. Os tipos de aparelhos dependem da espessura que se pretende para a parede, sendo os mais comuns a 1 e a 1/2 vez (ver Fig. 57, 58, 59 e 60). Deve-se ter em atenção que a espessura da parede está igualmente dependente da



Fig. 56 Teste de Resistência do Adobe após Secagem

Fonte: <http://espaconaturalmente.blogspot.pt/p/fotos-das-oficinas-e-mutiroes.html>.

<sup>29</sup> Em situação de auto-construção, 4 pessoas (2 homens e 2 mulheres adolescentes) conseguem produzir 220 adobes numa manhã. Fonte: Terra em Seminário. IV Seminário Ibero-Americano de Construção com Terra / III Seminário Arquitectura de Terra em Portugal, Monsaraz, Out. 2005. Lisboa: Argumentum, 2005. pp. 31.



Fig. 57 Construção em Adobe

Fonte: <http://lecypicorelli-bioarquitetura.blogspot.pt/2011/06/construcao-de-terra-parte2adobe.html#axzz2OU57ENXk>.

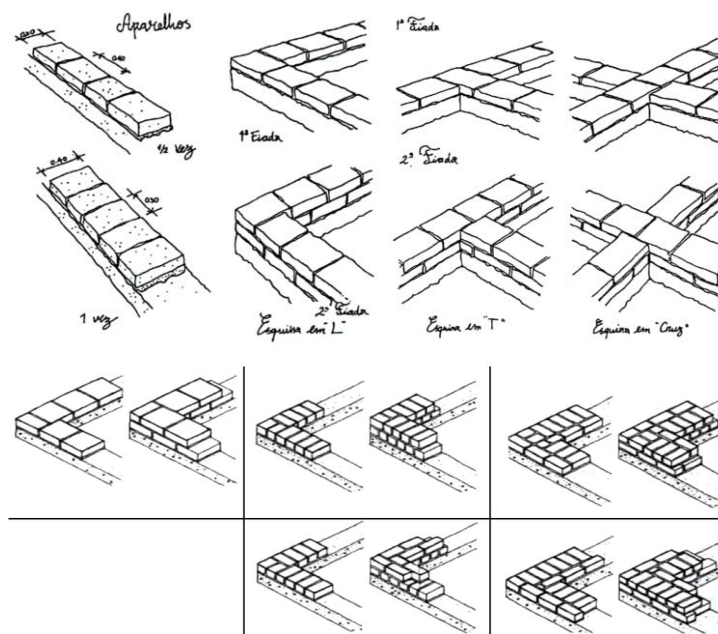


Fig. 58 Exemplos de Tipos de Aparelhos e Travamentos das Fiadas nos Encontros de Paramentos

Fonte: BRITO, Jorge de; FLORES, Inês - *Paredes em Terra Crua*.

altura da mesma e que se o seu comprimento for maior que 12 vezes a espessura, deverá ser feito o seu travamento lateral.

Nas juntas, de espessura entre 1,5 e 2,5cm (uma maior espessura enfraquece a parede), é usada uma argamassa semelhante à massa usada na fabricação do adobe ou um pouco mais resistente (podem inclusivamente ser adicionadas pequenas pedras ou pedaços de cerâmica vermelha para melhorar a aderência ao revestimento).

A última fiada é executada em tijolo cozido ou pedra ou cintada com uma viga de coroamento em madeira, para um melhor travamento e assentamento da cobertura e os cunhais e vãos podem ser, à semelhança do descrito anteriormente para a taipa, reforçados com barrotes de madeira, alvenaria de pedra ou tijolo cozido.

O adobe permite ainda a construção de vãos através de arcos, abóbadas e cúpulas (ver Fig. 61), com (ver Fig. 62) ou sem cofragem, as chamadas "abóbadas núbias" (ver capítulo 4.6 Coberturas) redescobertas por Hassan Fathy para os seus projectos de habitação social no Egipto. Em Portugal, o uso do adobe na



Fig. 59 Paramento em Adobe

Fonte: <http://tabiquesdoaltotamega.blogs.sapo.pt>.

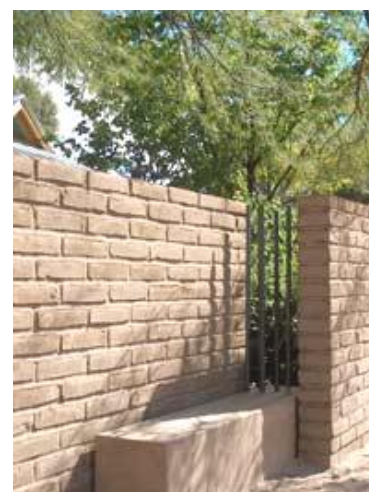


Fig. 60 Muro em Adobe, Tucson, Arizona

Fonte: <http://www.dbcarchitectbuilder.com/home/adobe1.html>.



formação de vãos é muito visível no Sul, devido às fortes influências árabes, embora, no caso dos arcos, o adobe seja usualmente substituído pelo tijolo cozido para maior resistência. A sua utilização é mesmo utilizada quando se faz uso da verga, para uma melhor distribuição das cargas (ver Fig. 63). No caso de vãos de reduzidas dimensões, o arco pode ser substituído por dois adobes inclinados formando um triângulo.

Actualmente, é comum ver-se igualmente a utilização de uma viga de coroamento em betão para fazer a cintagem de toda a construção.

O período mais adequado à construção é igual ao anteriormente descrito para a taipa, assim como os revestimentos mais correntemente utilizados.

Apesar da sua aplicação como alvenaria ser semelhante ao do tijolo furado (embora este não seja estrutural), a utilização da terra permite (independentemente de ser usada como estrutura autoportante ou como material de enchimento) um melhor isolamento térmico e acústico e uma maior inércia térmica (com 1.200-1.700 kg/m<sup>3</sup> de massa), dispensando o isolamento, e, para além de ter um custo (monetário e energético) menor, tem a vantagem de ser um material ecológico. O valor de resistência à compressão para o adobe é de 12 a 14,5 kgf/cm<sup>2</sup>, podendo assumir valores superiores quando estabilizados (ex.: adobe com 8% de cal resiste a 31 kgf/cm<sup>2</sup>).

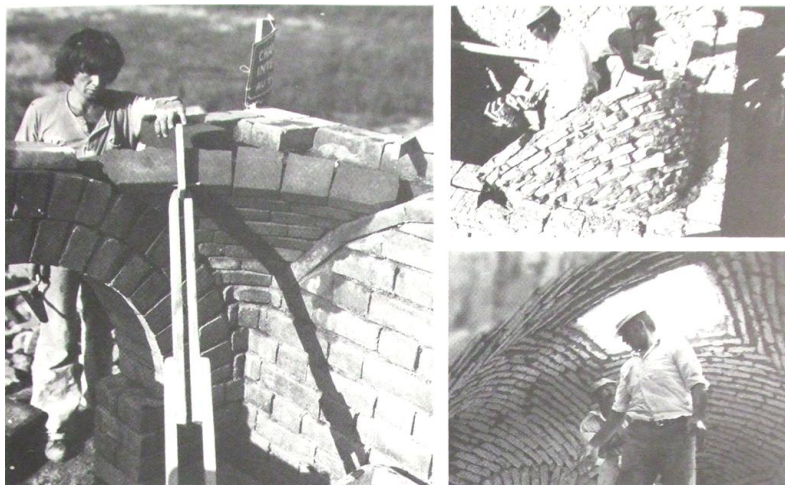


Fig. 61 Construção de Cúpula sem Cofragem  
Fonte: DETHIER, Jean (1986) - *Arquitecturas de Terra*.

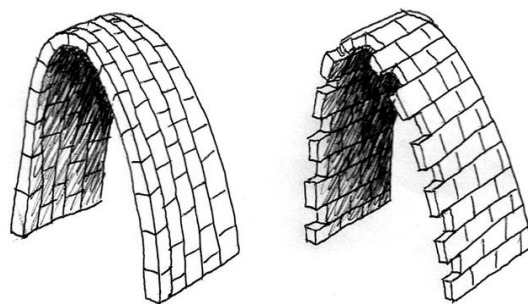


Fig. 62 Abóbadas - juntas verticais e horizontais

Em termos estruturais as diferenças destas abóbadas construídas com cofragens são negligenciáveis pelo que o critério de escolha passa pela facilidade de execução.

Fonte: <http://www.sitiocoop.com/doc/tecnologias-apropriaveis/evolucao-da-obra/>



Fig. 63 Distribuição das Cargas sobre os Lintéis com Arcos de Tijolo de Burro (cozido) e Adobe

Fonte: *Arquitecturas de Terra*. (1992)

#### 4.2.5 Blocos Apiloados

A compressão dos blocos de adobe nos moldes de forma manual com um pilão (ver Fig. 64), em vez de serem simplesmente deixados a secar ao sol, permite que seja usada uma massa de terra com menor quantidade de água, reduzindo o tempo de secagem e as fissuras por retração. Este método é usado de forma tradicional em alguns países de África.



Fig. 64 Apiloamento de blocos

Fonte: FERNANDES, Maria - *Património de Terra: Universalidade das Técnicas*.

#### 4.2.6 Blocos Prensados (ou Blocos de Terra Comprimida - BTC)

Os Blocos de Terra Comprimidos (BTC ou CEB - Compressed Earthen Blocks, ver Fig. 65, também conhecidos em inglês como *soil blocks* para os distinguir dos adobes ou *mud bricks*) são prensados mecanicamente pelo que necessitam de uma saturação de água menor que no método anterior (não mais de 8%), desta forma apresentam menores problemas de retração, além de reduzirem significativamente os tempos de secagem (pode ser inclusivamente dispensada a secagem, para aplicação imediata em obra, embora tal não seja aconselhado). No entanto, a estabilização da massa de terra, normalmente com cimento, cal ou emulsão de asfalto, é obrigatória pois, de contrário, a ausência de água impede que o bloco ganhe a resistência adequada.



Fig. 65 Construção em BTC

Fonte: GOMES, Maria Idália; GONÇALVES, Teresa Diaz - *Construção de Terra Crua*.

A compressão (de 1.000-1.400 kg/m<sup>3</sup> para um mínimo de 1.700 kg/m<sup>3</sup>), tem por objectivo conferir uma maior resistência<sup>30</sup>, maior densidade (que por outro lado aumenta o valor de peso próprio e diminui um pouco a capacidade do adobe como isolamento térmico), homogeneidade e regularidade dimensional entre os blocos. Assim, torna-se possível fazer o dimensionamento das paredes com muito mais rigor. No entanto, esta técnica necessita de uma composição granulométrica

<sup>30</sup> BTC estabilizado com 5% de cal nova tem uma resistência de 105Kg/cm<sup>2</sup>, permitindo construir habitações com 2 pisos com paredes exteriores de 40cm reforçadas com malha metálica. Fonte: [http://architecture.about.com/od/construction/ss/earthblock\\_7.htm](http://architecture.about.com/od/construction/ss/earthblock_7.htm).

No entanto, estudos na Suíça e na Alemanha demonstraram que, por vezes, a compressão dos blocos diminui a sua resistência, em comparação com o adobe tradicional com maior percentagem de água. Daí se conclui que a preparação da terra, a sua mistura e tempo de repouso são particularmente importantes para a resistência final do bloco de adobe, permitindo às partículas organizarem-se de forma a obter ligações mais fortes. Testes determinaram também que compressão dinâmica (aplicando igualmente a vibração) é mais eficiente que compressão estática, o que reforça a tese anterior. Fonte: MINKE, Gernot - *Building with Earth*.

mais específica, com maior quantidade de argila, não indo além dos 25%<sup>31</sup>, e não deve conter fibras ou inertes que impeçam uma boa compactação. A mistura deve ser feita a seco, sendo a humidificação, se necessário, feita por vaporização de chuva fina.

No caso da estabilização química da terra, a cura em ambiente quente e húmido torna-se obrigatória, sendo 4 semanas, o período de referência para o cimento (usualmente 8%), e 8 semanas, para a cal.

O seu uso não se encontra difundido em Portugal porque o grande desenvolvimento desta técnica, na América do Sul, no âmbito de um programa de habitação rural de baixo custo na Colômbia<sup>32</sup>, coincidiu, cá, com o abandono do uso deste material. Actualmente, esta técnica já é leccionada na Escola Profissional de Serpa.

Nas Américas, onde o seu uso está mais difundido, existem máquinas de compressão (ver Fig. 66) para uso local (manual - cuja pressão depende do manobrador - ou motorizados), mas também máquinas para produção à escala industrial, ou semi-industrial. Apesar disso, estas máquinas estão presentes em todos os continentes, desde a Suíça à Nova Zelândia, entre muitos outros países.

Diferentes máquinas podem produzir formas diferentes de adobes. Blocos com furos interiores são mais leves (ver Fig. 67) e permitem a inclusão de subestrutura metálica, de madeira ou bambu, ou formas de encaixe especiais podem mesmo dispensar o uso de argamassa de assentamento (ver Fig. 68 e 69). Outras formas - furado, em cunha e com arestas boleadas - permitem tirar



Fig. 66 Máquina de Produção de BTC

Fonte: GOMES, Maria Idália; GONÇALVES, Teresa Diaz - *Construção de Terra Crua*.



Fig. 67 BTC's com ocas

Os ocas reduzem a quantidade de material necessário e tornam o bloco mais leve.

Fonte: <http://kinijalan.wordpress.com/2012/06/12/earth-architecture-sustainable-design-for-rural-mali>.



Fig. 68 BTC de Encaixe desenvolvido pelo Auroville Earth Institute

A estabilização é feita com cimento e o bloco quadrado é aplicado com argamassa, sendo os orifícios preenchidos com cimento, conferindo-lhe resistência anti-sísmica.

Fonte: [http://www.earth-auroville.com/disaster\\_resistance\\_introduction\\_en.php](http://www.earth-auroville.com/disaster_resistance_introduction_en.php).

<sup>31</sup> Ronald Rael indica como intervalos 10-30% de argila, 15-25% de silte, 15-35% de areia fina, 15-35% de areia grossa e 10-70% de gravilha fina.

<sup>32</sup> A prensa CINVA Ram, inventada pelo engenheiro Raul Ramírez, no Centro Cinva de Bogotá, Colômbia, em 1956, é considerada como a 1ª prensa manual de produção de adobe, produzindo cerca de 500 abobes por dia. No entanto, já Cointeraux, em 1803, tinha desenvolvido uma prensa manual, inspirada nas prensas de uvas para fabrico de vinho, com o intuito de aliar as potencialidades do adobe às da taipa.



partido de vantagens acústicas através da refração do som, sendo, por isso bastante utilizadas em cúpulas sobre auditórios. Exemplo disso foi o tijolo desenvolvido por Gernot Minke para a cúpula do auditório do Centro Cultural de La Paz, Bolívia, em 2000, aplicada com recurso a uma guia rotativa desenvolvida pela Universidade de Kassel (ver Fig. 70 e 71). Outras formas ainda tiram partido da estática para a criação de padrões, estereotomias e paredes de ventilação (ver Fig. 72).



Fig. 69 BTC Furado de Encaixe

Estes blocos furados são estabilizados com cimento e o seu assentamento faz-se por encaixe e com recurso a cola em vez de argamassa. Varões de aço são introduzidos pontualmente nas furações dos tijolos como reforço estrutural. O reboco, opcional, é feito com um mínimo de gasto de material.

Fonte: [http://www.recriarcomvoce.com.br/blog\\_recriar/category/eco-news/page/6](http://www.recriarcomvoce.com.br/blog_recriar/category/eco-news/page/6).

Este processo de fabrico do adobe corrige, assim, as principais desvantagens do adobe manual, reduzindo o tempo de secagem, e tornando a sua produção independente das condições climáticas, podendo os blocos ser armazenados de forma mais compacta, reduzindo a área necessária para o efeito. Outra característica importante é que, quando estabilizados com cal ou cimento (este último a situação mais comum), os paramentos em BTC não necessitam de acabamentos (caso em que as juntas devem ser executadas tendo isso em mente). No caso de, ainda assim, se querer executar um

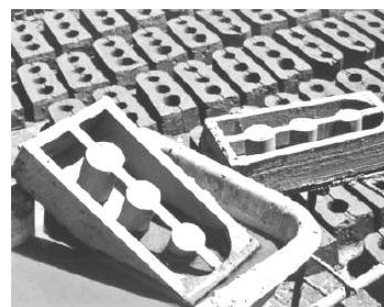


Fig. 70 Molde para BTC Furado e de Arestas Boleadas (Acústico) 30x14x8cm

Fonte: <http://apuntosedearquitecturadigital.blogspot.pt/2010/10/la-cupula-de-adobe-de-la-paz-rosario-y.html>.



Fig. 71 Cúpula do Centro Cultural de La Paz, Bolívia, 2000, Gernot Minke

À esquerda, pode-se ver a utilização da guia rotativa para assentamento dos tijolos. Estes tipo de instrumento permite a construção de cúpulas de 10m de luz (neste caso apenas 8,8m, com 5,5m da altura) com apenas 30cm de espessura. À direita, a textura resultante do uso de blocos comprimidos com a forma em cunha de cantos boleados para melhor absorver o sol (imagem de outro projecto). Os adobes são ligeiramente avançados em relação aos inferiores de forma a não originar a concentração do som.

Fonte: <http://gernotminke.de/galerie/galerie.html>.





Fig. 72 Outras Formas de BTC, Arq. Omar Rabie, Auroville

Fonte: <http://eartharchitecture.org/index.php/?archives/P4.html>

reboco, ou de o mesmo ser necessário, este deve ser sempre feito à base de cal e afagado quando parcialmente seco, para aumentar a sua densidade e resistência.

#### 4.2.7 Terra Extrudida

Este sistema de produção é semelhante ao usado para a produção dos tijolos cerâmicos cozidos comum, através de máquinas de extrusão (ver Fig. 73), no entanto, neste caso não à lugar ao cozimento, e o adobe é seco ao sol. A massa de terra usada, em estado plástico ou seca, à semelhança da dos blocos prensados, contém uma porção elevada de finos. É comum usar, como estabilizadores para a terra, a cal ou o cimento.

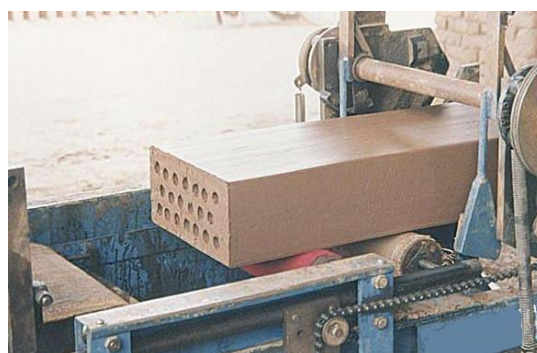


Fig. 73 Extrusão de Blocos de Terra Crua

Fonte: [http://bs-brickmachine.en.alibaba.com/product/590449578-213086977/China\\_Bao\\_Shen\\_JKY\\_50\\_50E\\_40\\_Soil\\_Brick\\_Extruder\\_Important\\_Brick\\_Making\\_Machinery\\_in\\_the\\_Clay\\_Brick\\_Plant.html](http://bs-brickmachine.en.alibaba.com/product/590449578-213086977/China_Bao_Shen_JKY_50_50E_40_Soil_Brick_Extruder_Important_Brick_Making_Machinery_in_the_Clay_Brick_Plant.html)

Este método é usado para produção industrial, sendo utilizado em vários países, sobretudo na Europa. Na Alemanha, onde foi desenvolvida pela primeira vez, toma o nome de *Stranglehm*.

A primeira habitação foi construída em 1982, para a Universidade de Kassel, Alemanha. Foram usados perfis de 8x16cm com 3m de comprimento, transportados e colocados no paramento com recurso a tábuas de madeira. Cada fiada só deve ser aplicada após a secagem da anterior. Tendo-se verificado que 3m de comprimento eram excessivos, passou-se a utilizar, mais tarde, comprimentos de 70cm, onde eram criadas as juntas de dilatação, de forma a diminuir a fendilhação por retracção.

As fissuras que possam surgir com a secagem devem ser preenchidas com a mesma massa de terra,

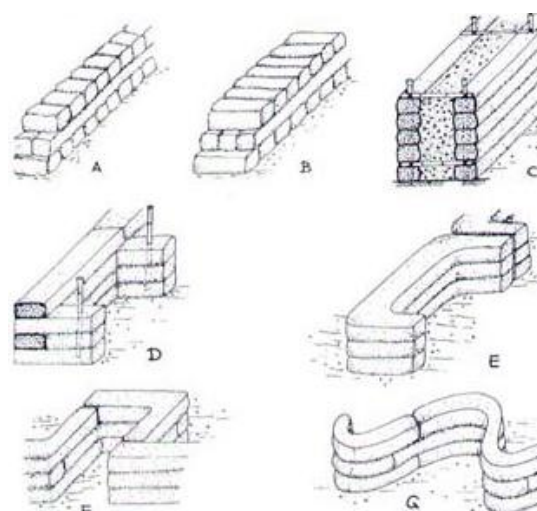


Fig. 74 Exemplos de Paramentos com Terra Extrudida

Fonte: MINKE, Guernot - *Building with Earth*.



mas raramente se opta por um reboco total que regularize a superfície do paramento, optando-se antes por tirar partido da estética proporcionada pelo uso deste sistema, que pode dar origem a estereotomias muito interessantes (ver Fig. 74).

Uma vez que a secagem do material é feita já com ele aplicado na parede, estas não podem ser muito espessas. No caso das paredes exteriores, é recomendado a utilização de paredes duplas, podendo o seu interior ser preenchido com palha, para melhor isolamento.

Estas máquinas podem ser utilizadas na produção de adobes de menores dimensões (ver Fig. 75), que podem ser secos e aplicados como os adobes moldados.

#### 4.2.8 Terra Ensacada (ou Super Adobe)

Este é um sistema de construção muito recente que evoluiu das técnicas de construção de bunkers militares e diques temporários com sacos de polipropileno cheios de terra.

Tendo começado por ser desenvolvido como forma de construção de abrigos de modo rápido e sem grandes custos (ver Fig. 76), tem vindo, nas últimas décadas, a desenvolver-se nas suas possibilidades verdadeiramente arquitectónicas.

Este método foi bastante estudado na Universidade de Kassel, Alemanha, mas deve a sua divulgação, em grande medida, ao arquitecto iraniano Nader Khalili<sup>33</sup>, da Cal-Earth, que, nos anos 80, na Califórnia, utilizou sacos longos, com forma de tubo, cheios de terra, sobrepostos uns sobre os outros, para formação dos paramentos, sistema que ficou conhecido como super adobe<sup>34</sup> (ver Fig. 77).



Fig. 75 Empilhamento de Bloco Extrudido  
Fonte: MINKE, Guernot - *Building with Earth*.



Fig. 76 Alvenaria de Terra Ensacada, projecto de Design Indaba, África do Sul

Fonte: GOMES, Maria Idália; GONÇALVES, Teresa Diaz - *Construção de Terra Crua*.

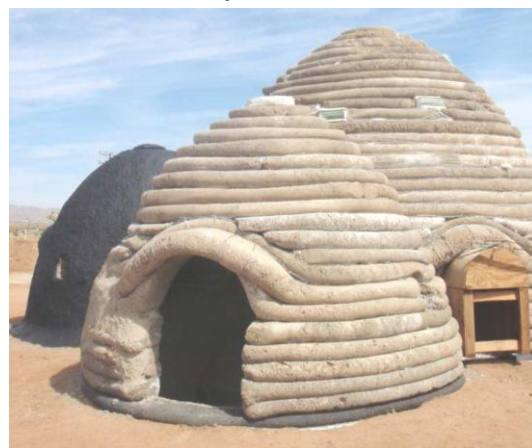


Fig. 77 Joshua Tree Eco Home, Califórnia

Fonte: GOMES, Maria Idália; GONÇALVES, Teresa Diaz - *Construção de Terra Crua*.

<sup>33</sup> Em 1991, funda o California Institute of Earth Art an Architecture (Cal-Earth).

<sup>34</sup> Originalmente este conceito tinha sido desenvolvido para a NASA, como modelo construtivo para habitar a Lua ou Marte.

A terra utilizada neste sistema pode ser a do próprio terreno, sem correctivos. Os estabilizadores são aqui usados no sentido de obter uma maior resistência. Num projecto para a reconstrução do Haiti, após o terramoto de 2010, foi mesmo utilizado o próprio entulho gerado pelos antigos edifícios em ruínas. É a largura dos sacos (rectangulares ou tubulares, ver Fig. 78) usados que dará a espessura da parede, sendo o mais usual os 40cm. Os sacos são normalmente de polipropileno, embora também se use sacos de algodão ou outras fibras porosas, como a juta. Apesar disso, idealmente o objectivo será reutilizar sacos de desperdícios locais, pelo que o seu material e formato podem ser os mais variados.

Os sacos são sobrepostos sem argamassa, podendo ser usadas 2 fiadas de arame farpado para assegurar que estes não deslizam, conferindo-lhe suficiente resistência anti-sísmica. No caso de os sacos serem porosos e cheios com uma mistura de terra estabilizada, eles podem ser molhados



Fig. 78 Construção em Super Adobe, Guatemala, 1978

O enchimento dos sacos de 10cm de diâmetro foi feito com solo vulcânico rico em pedra-pome pela sua leveza e capacidade de isolamento térmico. Os sacos de algodão foram previamente imergidos em leite de cal. As varas verticais em bambu têm 45cm de afastamento entre si.

Fonte: <http://www.earthbagbuilding.com/articles/pumice.htm>.

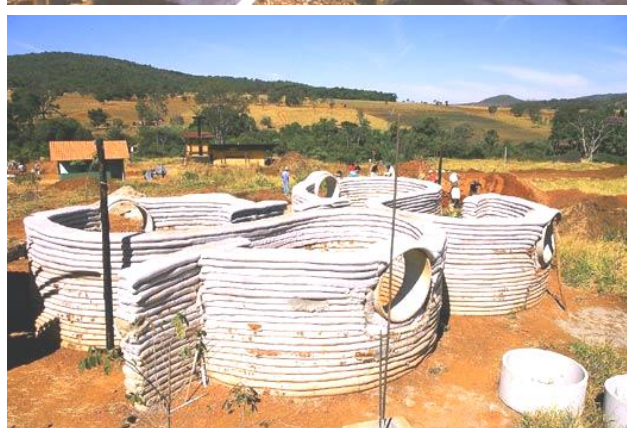


Fig. 79 Execução de Alvenaria em Super Adobe

Na 1ª imagem é possível ver a fiada de arame farpado a ser colocada. A 2ª imagem mostra o enchimento dos sacos na própria parede. A 3ª imagem mostra o processo de compactação. Na última imagem já é possível ver a formação dos vãos com a moldura circular em madeira.

Fonte: [http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos\\_2004-1/arq\\_terra/superadobe.htm](http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos_2004-1/arq_terra/superadobe.htm).



superficialmente de forma a criar uma camada de assentamento para melhor ligação com a fiada seguinte. Após a colocação de cada fiada esta é compactada, à semelhança da taipa (ver Fig. 79 e 80).

É necessário colocar previamente tubos rígidos transversalmente à parede, onde se prevê a passagem das infraestruturas (ver Fig. 81).

Neste sistema construtivo não é necessário que as fundações sejam sobre-elevadas. Apenas é recomendável o assentamento dos sacos sobre uma camada de gravilha para melhor drenagem e uma boa impermeabilização ou utilizar um material de enchimento menos susceptível à absorção da água por capilaridade nas primeiras fiadas.

O revestimento, normalmente um reboco de terra estabilizada, é apenas necessário para proteger a degradação dos sacos provocada pelo sol e por razões estéticas.

As coberturas são idealmente construídas usando o mesmo sistema, resultando em tipologias constituídas por cúpulas de secção em forma de catenária (ver Fig. 82) muito estáveis em termos sísmicos.

Por outro lado, quando a cobertura utiliza um material distinto, a sua estrutura é fixada às paredes através de cordas que passam sob as 5 últimas fiadas, devendo estas ser colocadas aquando da construção.

O aspecto mais negativo desta técnica é ser muito cansativa devido ao peso dos sacos, ou dos baldes de terra necessários ao seu enchimento, sobretudo à medida que se começa a subir em altura e se torna necessário içá-los.



Fig. 80 Construção em Super Adobe

Repare-se no aro dos vãos em madeira, com "dentes" para melhor fixação ao paramento.

Fonte: <http://www.inspirationgreen.com/earthbag-construction.html>.

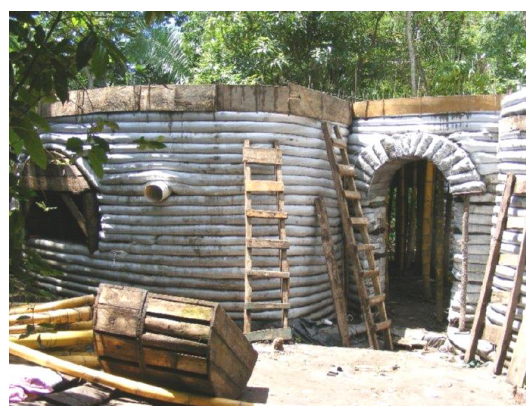


Fig. 81 Construção em Super Adobe

Note-se a execução do arco para formar o vão e o tubo encastrado na parede previamente.

Fonte: <http://www.inspirationgreen.com/earthbag-construction.html>.

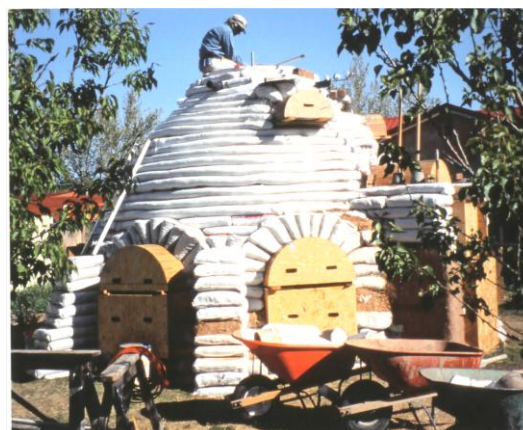


Fig. 82 Habitação em Super Adobe, Utah, E.U.A., 1998, Kaki Hunter e Donald Kiffmeyer

A cúpula tem 3m de diâmetro livres e as paredes 50cm de espessura.

Fonte: MINKE, Gernot - *Building with Earth*.

## 4.3 Terra Crua usada como Enchimento de uma Estrutura de Suporte

Nestas formas de utilizar a terra como forma de enchimento ou de revestimento de uma estrutura de suporte, também chamadas de técnicas mistas, a terra torna-se um elemento secundário da construção. A maioria dos sistemas construtivos descritos anteriormente pode ser conjugada com um sistema estrutural distinto, deixando-se ser portante e passando, portanto, para esta família.

Tradicionalmente, os materiais ou estruturas de suporte são em madeira ou outros de origem vegetal, como canas e bambu. Actualmente, procura-se explorar também a combinação da terra com novos materiais modernos, como o aço e outros materiais não orgânicos.

### 4.3.1 Terra de Recobrimento (ou Guarnição)

Comumente designadas de **Tabiques** de Terra, assumem muitas outras designações, normalmente sinónimos ou reflexo de pequenas variações locais específicas: Taipa de Sopapo, Taipa de Chapada, Taipa de Sebe, Barro Armado (no Brasil), Bahareque (na Colômbia, Panamá e Venezuela), Quincha (na Argentina), **Torchis** (na França) ou **Wattle and Daub** (em Inglaterra, ver Fig. 83).

Uma das designações mais utilizada em Portugal é a de **Taipa de Fasquio** (ver Fig. 84). Segundo esta técnica, às tábuas de madeira dispostas verticalmente são pregadas um segundo nível de tábuas diagonais às quais são, por fim, pregadas as ripas de madeira finas horizontais (o fasquio). O conjunto é posteriormente coberto totalmente com a massa de terra. Em Portugal, esta técnica é sobretudo utilizada no interior norte e centro. É comum os edifícios com este tipo de estrutura terem as paredes exteriores do piso térreo constituídas por alvenaria de pedra.

Já no Brasil, a técnica mais corrente é chamada de **Taipa de Pau-a-Pique** ou **Taipa de Mão** (ver Fig. 86), também uma forma de construção tradicional, mesmo antes da chegada dos portugueses, e tão antiga que remonta mesmo ao Neolítico. O edifício é sustentado por uma estrutura portante, usualmente em madeira, e os paramentos são definidos por uma estrutura secundária composta por uma trama de ripas de madeira ou canas de bambu, entrelaçadas ou justapostas a canas ou ramos mais finos e flexíveis (como bambu cortado em meia-cana) (ver Fig. 85, 87 e 88). Os afastamentos entre os elementos da trama podem variar entre os 5 e os 20cm. As ligações podem ser

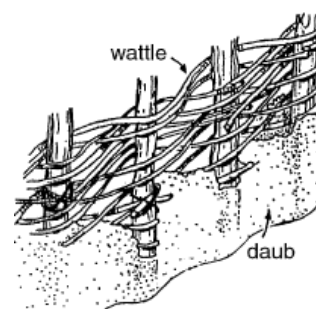


Fig. 83 Wattle and Daub

Fonte: <http://encyclopedia2.thefreedictionary.com/wattle-and-daub>.



Fig. 84 Taipa de Fasquio

Fonte: GOMES, Maria Idália; GONÇALVES, Teresa Diaz - *Construção de Terra Crua*.

feitas recorrendo a pregos ou através de amarrações em cipó, sisal, couro, arame, ou outro material. Esta estrutura que conforma os paramentos, definindo simultaneamente os diversos vãos, é depois preenchida com uma massa de terra, no estado plástico, com uma forte componente de argila (20-40%) à qual se adicionam areias finas e fibras vegetais. Ao ser colocada a terra, de baixo para cima, esta vai sendo comprimida com as mãos de ambos os lados da parede. Deve-se executar o recobrimento com camadas suficientes de forma a cobrir toda a estrutura de suporte. As camadas devem ser executadas após a retracção total da camada anterior, de forma à camada seguinte fechar as fissuras

abertas. É comum, principalmente nos meios rurais, usar também estabilizantes de origem animal, como a bosta de cavalo ou vaca, particularmente como impermeabilizante na última camada de terra.

Também é possível, em vez de um entramado em madeira, usar como suporte uma rede larga de galinheiro, caso em que a palha presente na mistura é fundamental para a interligação com a rede.

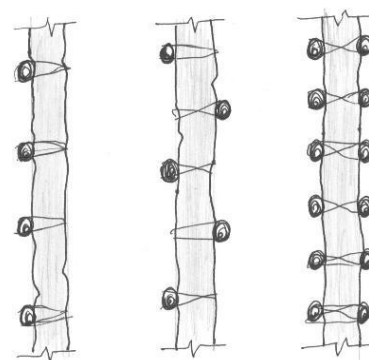


Fig. 85 Formas de Colocação das Varas - de um lado, alternado, ou paralelas dos dois lados

Fonte: [http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos\\_2005-1/taipa](http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos_2005-1/taipa).



Fig. 86 Execução de Técnica de Pau-a-Pique

Fonte: FERNANDES, Maria - *Património de Terra: Universalidade das Técnicas*.



Fig. 87 Entramado de Canas

Na parte superior o enchimento foi feito com embalagem da *TetraPack*.

Fonte: <http://espaconaturalmente.blogspot.pt/p/fotos-das-oficinas-e-mutiroes.html>.



Fig. 88 Entramado de Bambu Oblíquo - "Bambu-a-Pique"

A parede no centro está a ser erguida com blocos de adobe.

Fonte: <http://espaconaturalmente.blogspot.pt/p/fotos-das-oficinas-e-mutiroes.html>.



Apesar de não ser muito comum na prática, também neste tipo de construção as fundações, em alvenaria de pedra ou betão, devem erguer-se pelo menos 30cm de forma a proteger o embasamento das paredes da água, além de assegurar uma boa estabilidade à estrutura de suporte primária.

Normalmente as espessuras de parede obtidas com esta técnica são bastante reduzidas (15 a 20cm), pelo que o seu uso é mais comum em países tropicais, onde as temperaturas são mais elevadas, e em paredes interiores, em que o isolamento térmico não seja importante.

Esta técnica, executada à mão, pode requerer grande número de mão de obra, se se quiser aumentar a rapidez de execução. Recomenda-se o uso de pelo menos duas pessoas, uma de cada lado da parede, de forma a produzir uma compressão mais eficiente. Actualmente, já é possível usar equipamentos mecânicos de projecção pneumática de argamassa através de uma técnica chamada de Terra Projectada (ver Fig. 89), que diminuem bastante o tempo necessário à aplicação e a quantidade de mão-de-obra. Esta técnica está também a ser utilizada na recuperação de paredes de taipa degradadas por falta de manutenção<sup>35</sup>, permitindo a sua "compactação", através da pressão com que a terra é projectada, em qualquer direcção.

O desenvolvimento desta técnica pode passar pela sua aplicação em sistemas de pré-fabricação. Uma primeira abordagem ao desafio foi feita no Brasil<sup>36</sup>, numa tentativa de diminuir os desperdícios na utilização da madeira através da produção de painéis modulados (tabiques) em fábricas, recobertos com a massa de terra em obra (ver Fig. 90).

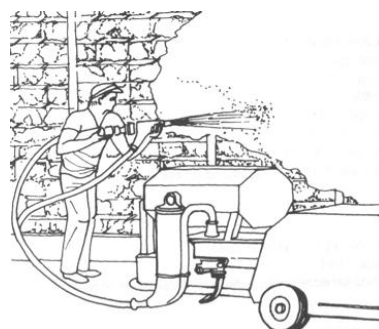


Fig. 89 Terra Projectada

Fonte: [http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos\\_2005-1/taipa](http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos_2005-1/taipa).

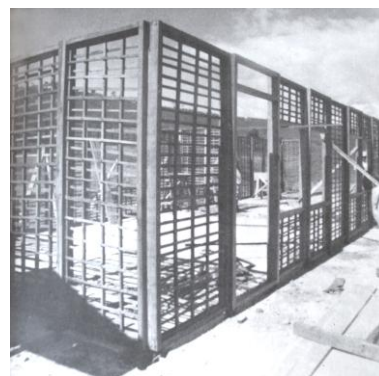


Fig. 90 Painel Modulado para Taipa de Mão

Neste caso foram definidos 4 módulos diferentes: cego, porta, janela baixa e janela alta.

Fonte: *Taipa em Painéis Modulados*. (1988).

<sup>35</sup> Um exemplo disso foi a recuperação da muralha em taipa militar do Castelo de Paderne.

<sup>36</sup> Em 1962, o arquitecto Acácio Gil Borsó, desenhou uma proposta de tabique modular para o Recife. (nota: não se trata dos módulos ilustrados na Fig. 90)



#### 4.3.2 Terra sobre Engradado

Esta técnica é semelhante à anterior e assume igualmente a designação genérica de **Tabique** de Terra (sendo, por isso, muitas vezes confundida), no entanto, ao contrário da anterior, esta técnica é não só usada no recobrimento da estrutura, mas também no seu enchimento.

Este enchimento da estrutura portante de madeira (ou outro material) pode ser executado recorrendo a outras técnicas como o adobe, rolos de terra (ver Fig. 91), ou outros materiais em terra, que são posteriormente rebocados a terra.



Fig. 91 Garrafas de Terra

Fonte: [http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos\\_2005-1/taipa.](http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos_2005-1/taipa.)

Em Portugal esta técnica é designada de **Taipa de Rodízio** e foi também muito utilizada no Norte em paredes de pisos superiores ao piso térreo, à semelhança da Taipa de Fasquio. Esta técnica consiste no preenchimento dos vazios entre a estrutura de madeira portante (de concepção muito variável, ver Fig. 92) com adobe argamassado, sendo depois todas a superfície revestida com um reboco em terra.



Fig. 92 Exemplos de Taipa de Rodízio com Diferentes Estruturas em Madeira

Os dois primeiros são de Guimarães, enquanto que o último é de Miragaia.

Fonte: Ferreira, Victor - *Paredes*. UTL-Instituto Superior Técnico.

Em França, o **Torchis** (ver Fig. 93) é construído através de uma estrutura vertical com afastamento de cerca de 1m, sendo o ripado horizontal com cerca de 15 cm de afastamento pregado de um ou ambos os lados. A massa de terra (cerca de 25% de argila e 75% de areias), normalmente com bastante quantidade de palha<sup>37</sup>, para melhor isolamento, uma vez que esta não é usada de forma portante, é aplicada no interior e no recobrimento da estrutura, que pode levar no final um acabamento mais fino. A parede demora mais tempo a secar, tal como no caso da terra empilhada.



Fig. 93 Torchis

Fonte: [http://aupetitcolibri.free.fr/CONSTRUIRE\\_PAILE/Stage\\_paille/Stage\\_MEP\\_juin05.html](http://aupetitcolibri.free.fr/CONSTRUIRE_PAILE/Stage_paille/Stage_MEP_juin05.html).

<sup>37</sup> Usualmente 50%, no entanto, pode-se usar percentagens inferiores de fibras vegetais quando se pretende uma parede com maior capacidade de retenção de calor (inércia), por exemplo nas paredes onde os ganhos solares são maiores.

### 4.3.3 Terra-Palha



Fig. 94 Construção em Terra Palha

Preparação da Terra Palha, compactação e aspecto final.

Fonte: [http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos\\_2004-1/arq\\_terra/taipaleve.htm](http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos_2004-1/arq_terra/taipaleve.htm).

Esta é uma técnica recente, utilizada sobretudo em França, na Bélgica e na Alemanha, sendo conhecida nos países anglófonos por *Straw Clay* ou *Light Clay* (ver Fig. 94).

Neste sistema construtivo a terra argilosa, ou mesmo argila pura, em estado líquido, formando uma barbotina, é misturada com uma quantidade substancial de palha ou outro cereal, ervas ou urze (de preferência cujo caule seja oco e rígido), numa proporção de 1:9. Devido à maior percentagem de fibras vegetais, esta pasta tem menor densidade ( $600-1.200 \text{ Kg/m}^3$ ) e, por isso, um melhor comportamento como isolamento térmico (condutibilidade térmica -  $\lambda$  - entre  $0,17-0,47 \text{ W/mh}$ ), mas menor resistência à compressão, pelo que não é usado como sistema portante independente. Normalmente, é usada uma estrutura portante em madeira. Outro inconveniente é a possibilidade de desenvolvimento de fungos no seu interior, pelo que é desaconselhável o seu uso em climas húmidos.

Esta massa pode ser usada para conformar pavimentos ou paramentos, ou simplesmente como isolamento exterior de paredes exteriores, sendo necessário recorrer a cofragens. As cofragens podem ser retiradas para posterior reboco (que, devido à irregularidade da superfície, necessita de mais camadas) ou usada a fundo perdido. A Terra-Palha deve ser compactada (com as mãos ou com um pau grosso) e pode ter no seu interior uma armação para reforço anti-sísmico, normalmente em madeira ou bambu.

Outra variante é o uso deste material na formação de blocos (ver Fig. 95), à semelhança do adobe, mas aqui de maiores dimensões, que podem ser empilhados para formar os paramentos ou na formação de soalhos. Podem ser usados moldes para fabrico de blocos furados de modo a acelerar o processo de secagem, torná-los mais leves e fáceis de transportar. Deve-se ter o cuidado de compactar bem a massa com as mãos e entrançar bem as fibras. Os blocos são assentes usando uma argamassa semelhante à usada nos próprios blocos e os vazios são preenchidos com



Fig. 95 Teste de resistência em bloco de terra-palha

Fonte: <http://holzhueter.blogspot.pt/2009/11/straw-clay-block-test-wall.html>.

material isolante, idealmente palha. Estes blocos não são usados de forma portante e necessitam de uma estrutura vertical afastada sensivelmente de metro a metro. Para assegurar a estabilidade do paramento, a cada duas ou três fiadas, pelo menos, devem ser colocados ramos finos, ou qualquer elemento semelhante, embutido nas juntas de maneira a fazer o travamento horizontal. O resultado final é muito semelhante ao obtido com o uso de cofragens, mas neste caso os tempos de secagem são muito menores.

Outros materiais leves, como a serradura ou aparas de madeira, cortiça, argila expandida ou pedra-pomes, entre outros, podem ser usadas em substituição da palha, deixando este de ter a designação de terra-palha e assumindo outras densidades e resistências.

#### 4.3.4 Palha Enrolada

Para a aplicação desta técnica são necessárias obrigatoriamente duas pessoas. O paramento é definido por uma estrutura vertical com afastamento de cerca de 1m, tal como na terra sobre engradado. No entanto, neste caso, a estrutura é feita com um perfil em H ou com dupla estrutura ligeiramente afastada, onde o ripado horizontal poderá encaixar como numa calha. Este ripado horizontal, cortado com a medida exacta para o encaixe, é, um a um,

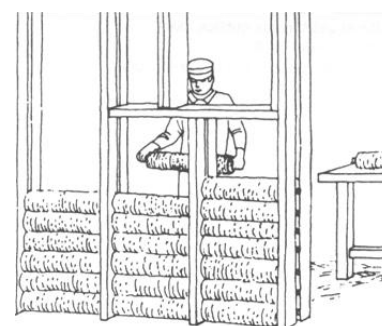


Fig. 96 Palha Enrolada

Fonte: [http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos\\_2005-1/taipa](http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos_2005-1/taipa).

enrolado na mistura de terra muito argilosa, ou mesmo argila pura, em estado líquido e palha comprida ( $\approx 30\text{cm}$ ), numa tina semi-cilíndrica, para facilitar o processo. O rolo é depois encaixado entre as calhas verticais (ver Fig. 96), dando início à constituição da parede. O rolos são sucessivamente empilhados sem necessidade de esperar que a camada inferior seque.

No final, esta parede de grande resistência deve ser aparada, cortando as palhas soltas, e rebocada com uma pasta de terra, tendo de ser devidamente protegida da chuva.

É uma técnica usada na Hungria que está agora a ser usada também na América do Sul.

#### 4.3.5 Terra como Enchimento

Nesta técnica, tal como o nome indica, a terra é aplicada fundamentalmente como enchimento de outras estruturas. Existem, portanto, várias variantes de aplicação deste sistema (ver Fig. 97). A mais comum é o preenchimento do vazio entre dois paramentos em pedra, típico da construção de protecções militares.



Outros casos paradigmáticos são o enchimento com terra dos ocos de tijolos de betão, mas talvez o mais distinto seja o de enchimento de redes têxteis tensionadas apoiados em armações de madeira, definindo os paramentos (ver Fig. 98). O difícil nesta técnica é controlar a espessura da parede.

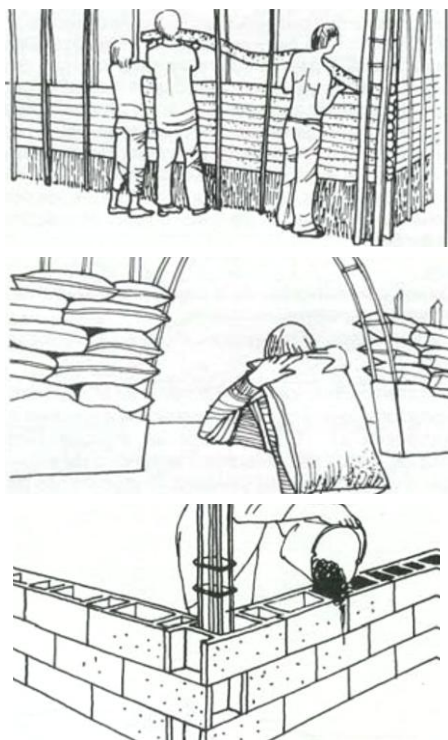


Fig. 97 Terra de Enchimento

De cima para baixo: enchimento em Cob; enchimento com sacos de Super Adobe; enchimento dos vazios dos blocos de betão.

Fonte: FERNANDES, Maria. *Património de Terra: Universalidade das Técnicas*.

Inspirado em princípios de reutilização, Michael Reynolds explorou a possibilidade de utilizar pneus velhos, preenchidos com terra local na formação de paredes em habitação, no Novo México, E.U.A..

A massa de terra usada para enchimento de vazios, cumpre, nos dias de hoje, a função de melhoria do isolamento térmico, particularmente nas construções de pré-fabricados, em que, normalmente, existe uma grande falta de inércia térmica.



Fig. 98 Terra de Enchimento com Telas Têxteis

Fonte: *Arquitecturas de Terra*. (1992).

#### 4.3.6 Terra para Cobertura

A terra como cobertura é usada desde tempos imemoriais, principalmente como forma de isolamento. Pode ser feita com terra vegetal, e ser uma cobertura viva para crescimento de vegetação rasteira (ver Fig. 99), ou com terra estabilizada, em coberturas que funcionam, normalmente, numa

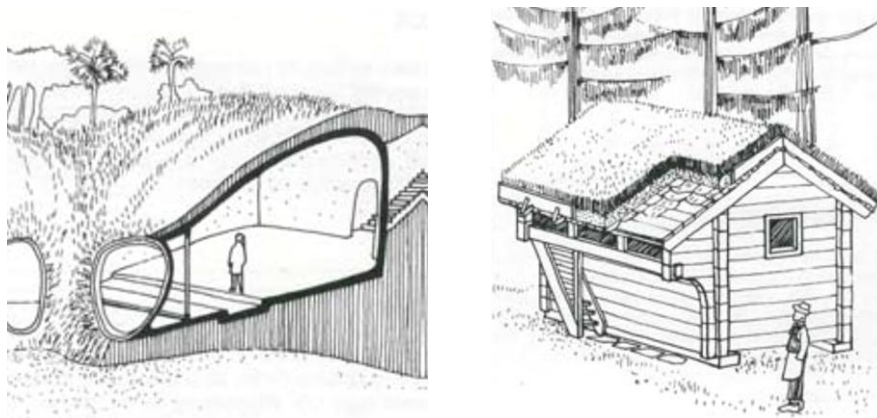


Fig. 99 Terra como Cobertura

Fonte: FERNANDES, Maria - *Património de Terra: Universalidade das Técnicas*.

lógica de continuação dos paramentos exteriores.

Normalmente a terra assenta e reveste uma estrutura mais leve, tradicionalmente de madeira, canas ou outras de origem vegetal. Actualmente, outros materiais podem ser utilizados como suporte. Por exemplo, coberturas em chapa metálica podem ser protegidas, térmica e acusticamente, com a inclusão da camada de terra.

Estas coberturas podem ser planas ou inclinadas, desde que fique assegurada uma pendente que assegure o escoamento das águas. Quando planas são normalmente visitáveis, funcionando como terraço útil das habitações.

Exemplos distintos existem um pouco por todo o mundo (ver Fig. 100, 101 e 102).

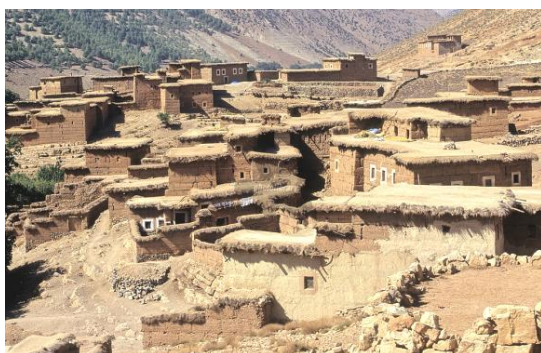


Fig. 100 Coberturas Planas de Palha e Terra no Alto Atlas, Marrocos

Fonte: <http://aventar.eu/2012/03/23/arquitectura-de-terra>.



Fig. 101 Coberturas em Terra, Síria

Fonte: GOMES, Maria Idália; GONÇALVES, Teresa Diaz - *Construção de Terra Crua*.



Fig. 102 Terra em Cobertura (Tibete, Mali e Peru)

Fonte: FERNANDES, Maria - *Património de Terra: Universalidade das Técnicas*.

Em Portugal destaca-se o caso das coberturas em pendente da Ilha de Porto Santo, na Madeira (ver Fig. 103), chamadas de tectos/casas de salão. Nestas coberturas em terra tira-se partido da retracção da argila. As fissuras abertas, no Verão, permitem a ventilação do espaço interior, tornando-o mais fresco. No Inverno, o aumento da humidade volta a fazer a argila expandir, tornando as coberturas contínuas e impermeáveis.



Fig. 103 Casa de Salão Tradicional de Porto Santo, Madeira

Fonte: GOMES, Maria Idália; GONÇALVES, Teresa Diaz - *Construção de Terra Crua*.



A tradição das chamadas "coberturas verdes" é originária dos países nórdicos (ver Fig. 104) onde a sua função era sobretudo de isolamento térmico. Não só por essa característica mas devido a todo um conjunto de vantagens, o seu uso tem vindo a ser exportado para outros países, mesmo de climas diferentes, no âmbito das actuais lógicas de sustentabilidade e ecologia introduzindo-as na arquitectura contemporânea (ver Fig. 105).

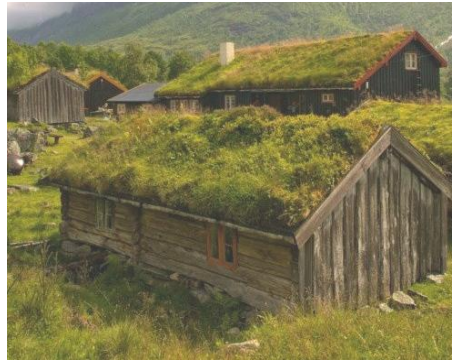


Fig. 104 "Cobertura Verde" em cabanas de madeira, vale de Innerdalen, Noruega

Fonte: <http://pinterest.com/pin/34902965835064483>.

Já começa mesmo a existir legislação específica, em alguns países (ex.: Alemanha e Suíça), que torna obrigatória a plantação de espécies vegetais em, pelo menos, parte da cobertura.



Fig. 105 Earth House, Dietikon, Suíça, 200, arq. Peter Vetsch  
Peter Versch é conhecido pelas suas "Earth Houses". A estrutura é feita com armação metálica na qual é projectado o betão, sendo o solo retirado do terreno usado na cobertura como protecção total sobre a construção. Pelas formas orgânicas que assumem são também apelidadas de "Hobbit Houses" como referência às casas escavadas das personagens hobbit da trilogia *O Senhor dos Anéis* de Tolkien.

Fonte: <http://www.erdhaus.ch/main.php?fla=y&lang=en&cont=earthhouse>.

#### Vantagens:

- **Absorve as águas pluviais**, libertando-a de forma faseada, diminuindo a pressão sobre os sistemas de drenagem;
- **Melhora a qualidade do ar**, diminui o CO<sub>2</sub> e as poeiras do ar, entre outros elementos nocivos à saúde;
- **Refresca o ambiente**, diminuindo o efeito de ilha de calor, através da absorção da radiação e libertação de vapor de água.
- **Melhora significativamente o comportamento térmico** dos edifícios, ajudando à manutenção de temperaturas constantes no seu interior, sendo benéfico para todos os tipos de climas;
- **Melhora o comportamento acústico** dos edifícios reduzindo os ruídos do exterior;
- São **incombustíveis**, e portanto, uma boa protecção contra incêndio;
- **Manutenção reduzida** (normalmente apenas é necessário o controle de crescimento da vegetação);
- Elevado **efeito estético**, particularmente a nível de integração na paisagem;
- Pode **contribuir para a manutenção da fauna e da flora**.

### Aspectos ter em conta:

- Existe um **aumento do peso da cobertura**, sobretudo quando a terra está saturada de água, pelo que a estrutura de suporte tem de ser dimensionada tendo em conta essas cargas extra;
- É necessário um mínimo de **2% de inclinação** para a drenagem das águas;
- É necessário uma **membrana de impermeabilização** e anti-raízes;
- É necessário um **sistema de drenagem** das águas, que pode ser direccionado para um depósito para posterior aproveitamento;
- É necessário definir as **espécies a plantar** (em Portugal é recomendável o uso de plantas campestres, em vez da relva tradicional, uma vez que estas requerem menores consumos de água e estão menos susceptíveis aos períodos de seca);
- As espécies vegetais a plantar influenciam, por sua vez, a **espessura da camada vegetal** necessária ao seu crescimento, que, recorde-se, afecta o peso total da cobertura, como vimos no primeiro ponto.

Para exemplos de pormenorização ver Fig. 106.

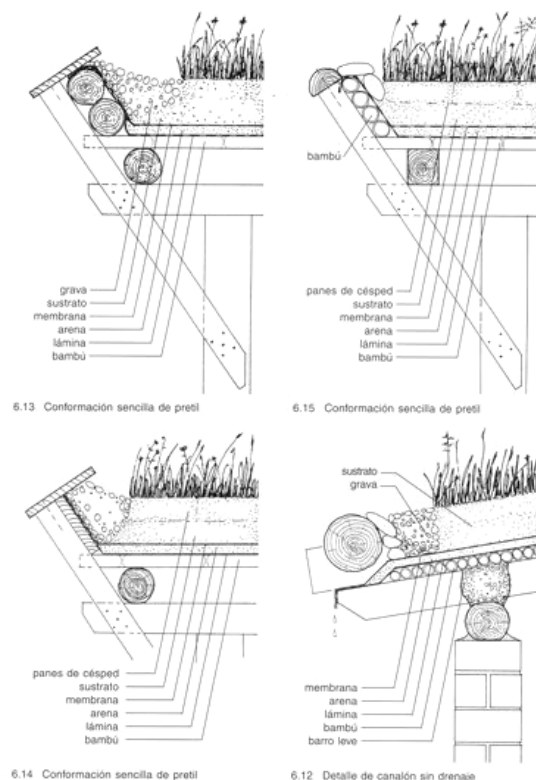


Fig. 106 Exemplos Pormenores de Coberturas Verdes  
Fonte: [http://arqforum.blogspot.pt/2008\\_08\\_01\\_archive.html](http://arqforum.blogspot.pt/2008_08_01_archive.html).



## 4.4 Terra Crua como Argamassa e Revestimento

Neste caso, em que a terra é aplicada como argamassa ou reboco superficial, já não estamos na presença de um sistema construtivo propriamente dito mas de um elemento secundário da construção, que, ainda assim, não deve ser deixado de referir.

### 4.4.1 Argamassa

A argamassa usada para unir os tijolos ou adobes entre si é semelhante à utilizada no seu fabrico mas, neste caso, poderá ser mais rica em argila de forma a tirar partido das suas propriedades como ligante. Também é possível utilizar uma argamassa de terra estabilizada (ver capítulo 3.2.3 Métodos de Estabilização).

Em Portugal, a massa de terra era também usada como argamassa em alvenarias de pedra. Este tipo de argamassa poderia ser utilizada em qualquer tipo de alvenarias, incluindo as de tijolo cozido, apesar de tal ser muito pouco interessante a nível construtivo.



Fig. 107 Enchimento com Toros de Madeira

Fonte: <http://kdc.s.wordpress.com/2011/10/31/tecnicas-de-construcao-com-terra-crua-construcao-natural>.



Fig. 108 Alvenaria de Garrafas de Plástico ou de vidro com Argamassa de Terra

Fonte: <http://ecocasaportuguesa.blogspot.pt>.

Actualmente, são explorados estes tipos de argamassas naturais na formação de alvenarias de materiais reutilizados, como caixas de cartão, garrafas de plástico/vidro ou pneus (ver Fig. 107, 108 e 109).



Fig. 109 Garrafa de Encaixe desenvolvida pelo Instant

Pode ser cheia de terra, penas ou pelo/cabelo, consoante as características térmicas pretendidas, e usada como bloco na construção de alvenarias em construções.

Fonte: <http://www.united-bottle.org/concept.html>.

#### 4.4.2 Reboco e Pinturas

O reboco é, normalmente, a camada final de protecção dos paramentos (no caso de não existir pintura), muitas vezes também designada de camada de sacrifício, quando aplicada no exterior. Sendo este um elemento em constante degradação, deve ser regularmente reparado ou substituído.

A pasta de terra utilizada é semelhante à usada no próprio paramento, mas com maior percentagem de areia, de forma a reduzir a retracção e a fendilhação provocada pelas diferenças de temperatura. As areias usadas na massa são, por norma, mais finas, sem adição de fibras vegetais ou outros inertes. Apesar disso, é possível incluir na mistura fibras de cabelo, pêlo, sisal, palha ou serradura, entre outros, em pequenas percentagens para melhorar a resistência à fendilhação por retração e conferir alguma textura. A sua aplicação faz-se com a massa no estado plástico, à mão (ver Fig. 110 e 111) ou recorrendo a utensílios como talochas ou espátulas (em madeira, metal ou plástico, dependendo do acabamento final que se pretende - mais fino nos dois últimos casos).



Fig. 110 Aplicação do Reboco com as mãos, Índia

Fonte: <http://aventar.eu/2012/03/23/arquitectura-de-terra>.

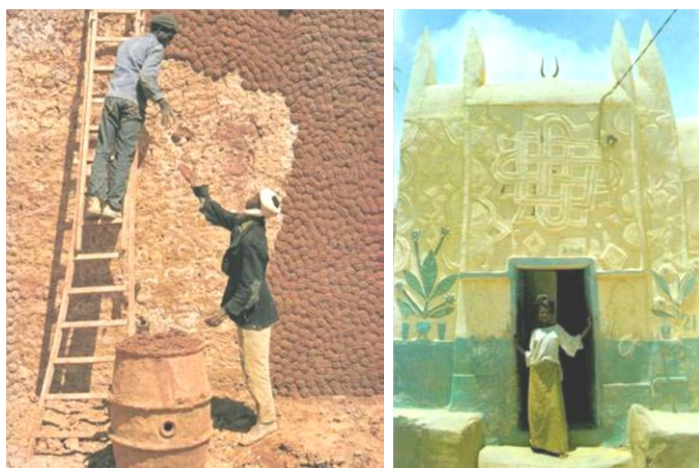


Fig. 111 Rebocos de Terra em África

À esquerda é possível ver o reboco a ser aplicado à mão, através de bolas de massa de terra não estabilizada, conferindo-lhe uma textura muito característica do Sul da Argélia, 1979. À direita, fachada ornamentada numa casa em Zinder, Níger, construída em 1947.

Fonte: FERNANDES, Maria - *Património de Terra: Universalidade das Técnicas*.



Idealmente os rebocos são executados em várias camadas. No mínimo, dir-se-iam três: o salpico ou chapisco, a primeira camada a aplicar, de grão mais grosso, que pretende garantir a adesão do reboco ao material do paramento de base, sendo por isso, dispensável quando a base é uma construção de terra crua; o emboço, uma ou mais camadas que regularizam as imperfeições da superfície de base; e, por fim, a camada de acabamento final, de grão mais fino e igualmente de espessura mais fina, de forma a ser mais flexível às variações térmicas. As camadas, o mais

finas possível ( $\approx 0,5\text{cm}$ ), são aplicadas após a secagem e retração total da anterior (ver Fig. 112) de forma a que a camada seguinte cubra todas as possíveis fissuras. Assim, quanto maior o número de camadas (mesmo para a mesma espessura de reboco), maior será a resistência a infiltrações de humidades, uma vez que existe uma quebra sucessiva do processo das fendas de retração.

Os rebocos de terra apenas podem ser utilizados em interior ou áreas devidamente protegidas da acção da chuva. Quando assim não for, estas têm de ser protegidas através de uma correcta estabilização que lhe confira um maior grau de impermeabilização (ver capítulo 3.2.3 Métodos de Estabilização).

Uma receita já com provas dadas e ainda utilizada na América Latina consiste em: 4 baldes de areia fina, 3 baldes de barro e água deixado a fermentar com 30 % de estrume de cavalo ou vaca durante 10/15 dias, 1 litro de farinha de trigo cozido, 2 copos de leite em pó e 1 copo de óleo de linhaça<sup>38</sup>. Minke também recomenda algumas receitas por ele testadas com diversos estabilizantes (ver Fig. 113).

A forma mais simples e mais utilizada em Portugal é uma mistura de 4 doses de areia para 2 de terra e 1 de cal.

Existem também formas de mecanizar a aplicação de rebocos através de bombas de projecção de argamassa, numa única camada de cerca de 3cm. Para diminuir o tempo de secagem pode-se adicionar cal hidráulica e gesso à mistura.

Os cantos são os pontos mais frágeis dos rebocos de terra e assumem de naturalmente uma forma



Fig. 112 Fogão em Terra

A fendilhação acusa um excesso de argila e uma secagem demasiado rápida, apesar disso, as fendas serão facilmente preenchidas com nova camada de reboco.

Fonte: <http://espaconaturalmente.blogspot.pt/p/fotos-das-oficinas-e-mutiroes.html>.

Componentes:	Mistura				
	A	B	C	D	E
Massa de Terra <sup>(1)</sup>	10	10	10	10	10
Areia fina	25	25	25	25	25
Papel de jornal triturado tratado com bórax		5	5		5
Cola de Caseína <sup>(2)</sup>	1				1
Queijo coalhado				1	
Ureia			0,2		
Gluconato de Sódio		0,2			

Fig. 113 Tabela de Misturas para Reboco

<sup>(1)</sup> 1 parte de barro e 2 de areia; <sup>(2)</sup> 4 partes de de queijo coalhado e 1 parte de cal hidráulica.

Nota: A cal reage com a caseína e com o bórax formando um componente impermeável; o gluconato de sódio funciona como um plastificante, diminuindo a necessidade de água; a ureia aumenta a resistência.

Fonte: MINKE, Gernot - *Building with Earth*.

<sup>38</sup> Fonte: documentário *El Barro, las Manos, la Casa*.

boleada. É possível protegê-los através de redes (metálicas, plásticas ou orgânicas<sup>39</sup>) embutidas ou com recurso a outros materiais, como madeira, pedra ou tijolo cozido. As redes podem ser usadas em toda a extensão do reboco, permitindo resistir melhor às variações térmicas e aumentar a resistência anti-sísmica da construção.

Os rebocos em terra, apesar de serem aplicados normalmente sobre superfícies do mesmo material, também podem ser aplicados sobre outros materiais, como a madeira, o tijolo ou, mais raramente, o betão. O seu uso está a ser divulgado para a aplicação em construções convencionais devido às suas propriedades de melhoria da qualidade do ar, em termos de poluição, de controlo do nível de humidade do ar e da contaminação electromagnética provocada pelas radiações emitidas pelos aparelhos electrónicos (uma preocupação que começa a surgir tendo por base os efeitos nefastos que os mesmos podem ter sobre o corpo humano).

Uma forma de *standardizar* a aplicação da terra como reboco pode ser a criação de placas de terra estabilizada<sup>40</sup>, de forma a ser aplicada à semelhança das placas de gesso cartonado no revestimento de paredes e tectos.

Apesar do carácter efémero que os rebocos em terra podem assumir, estes não deixam de ser trabalhados arquitectónica e esteticamente. Altos e baixos relevos (ver Fig. 114), texturas ou através da integração de pigmentos (ver Fig. 115 e 116), muitas são as formas como o Homem usa, e continua a usar, esta forma de pele dos edifícios como tela de expressão.



Fig. 114 Reboco *Esgrafitado*, Timimoun, Argélia

Fonte: <http://aventar.eu/2012/03/23/arquitectura-de-terra>.

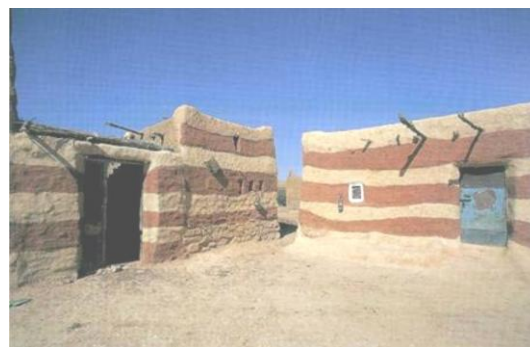


Fig. 115 Rebocos de Terra na Arábia

Fonte: FERNANDES, Maria - *Património de Terra: Universalidade das Técnicas*.



Fig. 116 Habitações em Sirigu, Gana

Fonte: <http://aventar.eu/2012/03/23/arquitectura-de-terra>.

<sup>39</sup> As redes orgânicas podem ser mergulhadas em leite de cal para evitar o apodrecimento.

<sup>40</sup> Uma forma *low-tech* de fabricar tais placas com materiais recolhidos directamente da natureza é descrito no *Manual do Arquitecto Descalço*, de Johan va Lengen.

O mesmo se aplica no caso das **pinturas de terra**. Uma possível mistura pode ser obtida com argila, cal hidráulica, soro de leite (pela caseína), sal (para aumentar o tempo de secagem), farinha cozida, leite em pó, óleo de linhaça e água.

Pigmentos em quantidades moderadas podem ser usados para obter rebocos e pinturas com as mais variadas cores. Apesar disso, é mais interessante tirar partido das próprias cores naturais dos materiais que já de si são variadas e genuínas.

Para se tirar partido plástico e visual da manutenção da terra à vista podem ser utilizados **selantes** como a goma arábica (em Portugal a ser desenvolvido pelo arq. Alexandre Bastos, como alternativa mais económica), silicato de sódio, silicato de potássio ou silicone, que tornam a superfície impermeável à água mas permeável ao vapor. O Tadelakt Marroquino, um reboco de cal de Marraquexe usado nas superfícies de casas de banho, é o mais usado em interiores sendo polido com sabão e uma pedra de rio tornando a superfície impermeável, apesar de requererem alguma renovação do polimento nas áreas mais sujeitas à abrasão. A única desvantagem destes selantes é terem um custo bastante elevado.

Outras formas de protecção de paramentos em terra, usando **outros materiais**, podem ser a caiação com o chamado leite de cal, argamassas de cal<sup>41</sup> (2 a 4 porções de cal para 1 de areia) ou pastas de cal pré-fabricadas, que endurecem por carbonatação em contacto com o dióxido de carbono do ar, ou pinturas à base de silicatos.

Em Portugal é mais comum optar-se pelos rebocos estabilizados com cal e pela caiação. É necessário que as camadas executadas sejam finas o suficiente (cerca de meio centímetro cada uma) de forma a permitir a secagem do reboco e a sua carbonatação em contacto com o dióxido de carbono do ar. A pintura com leitada de cal é uma operação anual (após a estação húmida) que contribui para o progressivo endurecimento da parede ao longo dos anos e para a sua desinfecção. A sua resistência à água pode ser aumentada através da adição de gorduras naturais<sup>42</sup>, como óleos. Para aumentar a resistência à limpeza pode-se adicionar caseína<sup>43</sup> (queijo coalhado).

Em Auroville, na Índia, é usada como protecção exterior das coberturas em abóbada uma mistura de claras (60 ovos), 2 litros de leite coalhado, 5 litros de sumo de palmeira, 40 litros de cal de conchas e 4 litros de cimento.

---

<sup>41</sup> Mariano Segarra (*Arquitecturas de Terra: Tapial y Adobe*, 1993, Valladolid) refere uma pintura completamente impermeável à água composta por "cinzas de madeira misturadas com cal viva e azeite".

<sup>42</sup> Minke refere uma receita do Nepal composta por 15kg de cal viva em pó misturada com 6kg de sebo derretido, 36 litros de água e 6kg de sal. A mistura é deixada repousar durante 24 horas. A camada de água superficial é decantada e a pasta restante é misturada com 3kg de areia fina de quartzo antes de ser aplicada com uma trincha em camadas finas. São necessárias várias semanas de cura, mas este acabamento resiste durante 4 a 6 anos sem ser necessário renová-lo.

<sup>43</sup> Ex.: 1 parte queijo coalhado, 1 a 3 parte de cal hidráulica e 1,5 a 2,5 partes de água ou 1 parte de queijo coalhado, 6 partes de cal hidráulica, 25 partes de areia e água. Sal pode ser adicionado para prolongar o tempo de secagem e permitir uma melhor cura. Fonte: MINKE, Gernot - *Building with Earth*.

Argamassas de cimento ou tintas plásticas, por serem impermeáveis ao vapor, não são indicadas para a construção em terra porque impedem a saída do vapor de água do interior da habitação para o exterior, originando condensações no interior da parede que a enfraquecem, além de que apresentam diferentes coeficientes de dilatação resultando, muitas vezes, no descolamento do reboco ou da tinta, e dando assim, inadvertidamente, má reputação às construções em terra.

Também é possível revestir os paramentos em terra com outros materiais, como pedra, azulejos ou outras peças cerâmicas, argamassados ou embebidos na parede ou mesmo através do sistema moderno de dupla-fachada ou fachada ventilada, recorrendo a uma estrutura intermédia em madeira ou metal, abrindo, assim, do leque de materiais passíveis de ser usados como revestimento.

## 4.5 Terra Crua como Pavimento

A terra foi a primeira forma de pavimento e o seu uso prolongou-se nas habitações rurais até ter quase caído no esquecimento, no mundo Ocidental hoje em dia. O conhecimento deste tipo de pavimentos restringiu-se quase exclusivamente aos países menos desenvolvidos até ter sido de novo redescoberto pelas comunidades e indivíduos adeptos da autoconstrução (*Do It Yourself*) e de técnicas de construção sustentável.

Assim, a maioria da informação disponível sobre estas técnicas provém sobretudo das experiências práticas levadas a cabo por estes indivíduos, na maioria dos casos na construção das suas próprias habitações.

Um desses casos é Michael Bláha (ver Fig. 117). Na construção de pavimento aqui ilustrada o processo começa com a compactação do solo e com a deposição das camadas do pavimento. De baixo para cima foi utilizado: uma camada de sacos de polipropileno, 15cm de pedra-pome para isolamento e drenagem (nesta camada foi também integrado um tubo perfurado de drenagem para futura extração do gás radón<sup>44</sup>), 2 telas plásticas para impermeabilização e barreira de vapor, uma camada de 2,5cm de areia compactada e por fim a camada de terra com um mínimo de 10cm igualmente compactada em camadas menores. A mistura de terra pode conter palha cortada (13 mm) e agregados com dimensões variadas até 5mm, para maior resistência à compressão e à fissuração. A adição de água facilita a mistura e aplicação mas torna mais morosa a secagem e aumenta o risco de fendilhação. É nesta camada que as tubagens para aquecimento radiante devem ser incorporadas.



Fig. 117 Pavimento de Terra e Óleo de Linhaça

Fonte: <http://ilovecob.com/archive/earthen-floor-start-to-finish>.

<sup>44</sup> Rádón: gás radioactivo, incolor e inodoro provocado pela decomposição natural do urânio na água ou no solo. Pode provocar cancro no pulmão quando inalado.



As últimas camadas de nivelamento devem ser feitas com agregados mais finos e por fim o pavimento pode ser pintado com tinta de argila (mais informação ver capítulo anterior) para dar um acabamento mais liso, homogêneo e controlar melhor a cor do pavimento (neste caso foi estabilizado com 20% de pasta de farinha). O pavimento é deixado para secar, de forma homogênea sem sol directo, e limpo dos detritos soltos antes de ser aplicado a camada final de óleo que fará a protecção final (como referência 19 litros de óleo, não diluído, para pouco mais de 9m<sup>2</sup>). Normalmente é utilizado o óleo de linhaça (cru embora possa-se utilizar também o óleo fervido), no entanto, outros óleos, como o de noqueira (com muito bons resultados), cânhamo, *Tung* (para madeiras), e *Perilla* (para a alimentação) podem ser utilizados (alguns utilizados devido ao odor menos intenso), devendo ter-se em atenção que sejam óleos de secagem. O óleo é aplicado quente (pode-se deixar a lata ao sol, por exemplo) em camadas finas sucessivas, não se devendo deixar secar completamente a camada anterior (uma camada por dia é o mais corrente), diluindo-se o óleo em 20 a 45% de diluente mineral (terebintina ou aguarrás; o autor sugere o uso de diluente de citrinos para diminuição do odor do óleo de linhaça) até à camada final - 50%-50%. Neste caso foram aplicadas 4 camadas com trincha. Deve-se ter muito cuidado para não exagerar na quantidade de óleo nas últimas camadas para evitar que o óleo seque na superfície criando uma película pegajosa (problema que desaparece com o uso). Finalmente, convém alertar que todos estes óleos são inflamáveis pelo que deve-se ter cuidado na armazenagem dos materiais e das ferramentas utilizadas, além de que é fundamental ventilar bem os espaços em que é feita a aplicação. Finalizada a completa secagem pode-se ainda encerar. As opções são variadas mas talvez a mais acessível seja óleo de linhaça e cera de carnaúba ou de abelha, em iguais proporções.

Esta é uma das muitas formas de executar um pavimento em terra compactada<sup>45</sup>. No entanto existem outras variantes, como as que se podem observar na Fig. 118. Em cima, a camada superior em terra estabilizada é compactada sobre um engradamento secundário em madeira cobrindo-o, enquanto que em baixo, o pavimento é feito com cubos de madeira assentes em terra como argamassa estabilizada. Em ambos os casos a base é

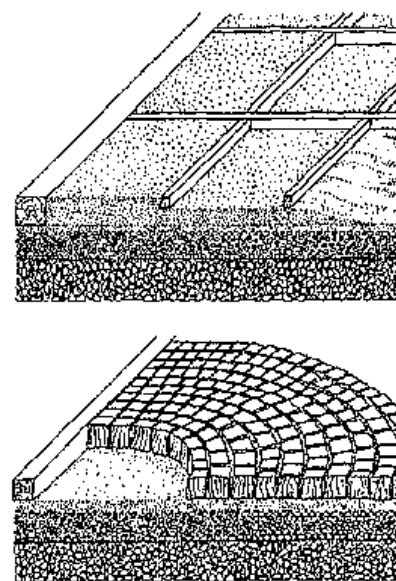


Fig. 118 Pavimentação em Terra Crua e Madeira

Fonte: MINKE, Gernot - *Building with Earth*.

<sup>45</sup> Na Universidade de Kassel, Alemanha, foi testada com sucesso um pavimento em terra compactada composto por uma mistura de solo de areia fina, com menos de 15% de argila, estabilizada com 3 a 4 litros de óleo de linhaça para cada 100 litros de terra, ao qual é adicionado 1 ou 2 litros de água.

Para uma solução mais rápida e menos trabalhosa é possível optar por uma camada de 12cm de terra misturada com inertes minerais leves e 4% de cimento, de forma a aumentar a capacidade de isolamento térmico e a rapidez de secagem. O revestimento de 3cm (em 2 camadas) é feito com terra arenosa estabilizada (com óleo de linhaça ou outros).

igual: 15cm de gravilha para drenagem, barreira de vapor e impermeabilização (em plástico ou tela betuminosa) e 10cm de argila expandida para isolamento térmico. Depois, uma primeira camada de terra argilosa é compactada antes de se colocar uma grelha primária de madeira (10x10cm) onde assentam os revestimentos descritos. A estabilização é feita com 6-8% de óleo de linhaça.

Desta forma, também é possível fazer o revestimento da camada de terra com outros materiais como madeira, pedra, lajetas, BTC, azulejo ou mesmo cobrindo com carpete, consoante as características pretendidas para o espaço.

## 4.6 Fundações

As fundações para as construções em terra crua são de importância fundamental e servem, não só para fazer as descargas do peso próprio da construção e restantes forças que lhe são solicitadas para o solo, mas também têm de impedir a subida da humidade por capilaridade, que pode afectar a construção. Desta forma, a fundação mais aconselhada para a construção em terra é a de sapata corrida, permitindo a distribuição uniforme das cargas a toda a fundação<sup>46</sup>.

Tradicionalmente, os caboucos das fundações eram cheios com uma alvenaria hidráulica (de cal e areia) usando pedra local (usualmente xisto e calcário), podendo-se usar também outros inertes como pedaços de barro cozido.

Noutras situações, em que a pedra seja de mais difícil aquisição, como no Egipto para as classes mais baixas (Ex.: projectos do Arq. Hassan Fathy), as fundações podem também ser erguidas em alvenaria de tijolo de barro cozido, que as tornam impermeáveis.

Actualmente, a forma corrente de construção com fundações em betão armado acaba por ser igualmente aplicada à construção em terra crua, na maioria das vezes devido às normativas de construção.

Independentemente do material utilizado nas fundações, estas devem erguer-se no mínimo 50cm em relação ao nível do solo (30cm se em adobe, mas não é recomendável), de forma a aumentar a sua eficiência, em particular contra a acção da chuva, e deve ser garantida uma separação impermeável entre a fundação e a alvenaria (antigamente por placas de ardósia). Este embasamento pode ter uma espessura superior à das paredes que suporta, diferença que é posteriormente eliminada com a aplicação do reboco, ou inferior à largura das paredes, garantindo a não acumulação de água na ligação entre ambos, mas diminuindo o apoio dos paramentos (ver Fig. 119).

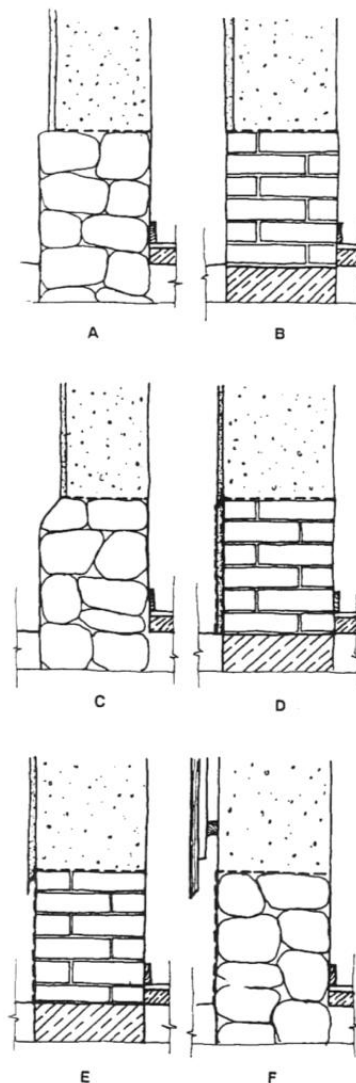


Fig. 119 Fundação em Betão Ciclópico e em Betão Armado

A: Design de fundação não aconselhável por não evitar a infiltração da chuva entre a fundação e a parede em terra. B e C: Design apropriado para zonas de pouca pluviosidade. D: corresponde à solução mais adoptada. E e F: Soluções mais eficientes.

Fonte: MINKE, Gernot - *Building with Earth*.

<sup>46</sup> Claro que terrenos com condições de estabilidade especiais podem exigir fundações diferentes. Ex.: Fundação de estacas para terrenos pantanosos ou em que o solo estável se encontra a grande profundidade.

Independentemente do tipo de construção, mas de particular importância na construção em terra crua, é garantir o afastamento da água de escorrência das fundações, pelo que o terreno ou, preferencialmente, o pavimento imediatamente junto aos paramentos exteriores deve apresentar uma pendente que afaste a água da chuva da construção (ver Fig. 120) além de que as fundações devem ter um sistema de drenagem eficiente, com enrocamentos e geodrenos adequados. De importância primordial é também uma boa compactação do terreno em que assenta o edifício, de forma a evitar os assentamentos diferenciais.

Em Portugal, particularmente no Alentejo e Algarve, uma das principais características das fundações é apresentarem como reforço os poiais (ver Fig. 121) junto à base das paredes, sendo também utilizados na fachada dos edifícios como local, à sombra, de descanso dos moradores. A sua construção era em alvenaria de xisto argamassada, sendo as lajes maiores usadas no topo.



Fig. 120 Criação de pendente junto à base da parede

Fonte: [http://craterre.org/ouvrages-telechargeables/download/id/cb04c8717f7833d3533c4e871f6206f2/file/manuel\\_conservation\\_\\_english\\_version\\_.pdf](http://craterre.org/ouvrages-telechargeables/download/id/cb04c8717f7833d3533c4e871f6206f2/file/manuel_conservation__english_version_.pdf).



Fig. 121 Poial, Alcútem, Algarve

Fonte: [http://alcutimlivre.blogspot.pt/2012\\_03\\_01\\_archive.html](http://alcutimlivre.blogspot.pt/2012_03_01_archive.html).

## 4.7 Coberturas

As coberturas, para além de impermeabilizarem o interior da construção, devem proteger as paredes da acção da chuva, evitando o escorrimento, pelo que são normalmente avançadas em relação aos panos das paredes, considerando-se, usualmente, um avanço mínimo de 50cm. Nos países tropicais, o uso de alpendres cobertos já é a opção mais comum, com a cobertura a permitir a ventilação do interior da construção.

Em Portugal, a forma mais comum e, talvez por isso mesmo, mais económica de construir a cobertura é através do telhado de uma ou mais águas, revestido a telha cerâmica, como o nome indica. Outra forma de revestimento de coberturas inclinadas era o uso do colmo, já em desuso devido à elevada manutenção a que obriga. Quando a estrutura do telhado é em madeira são cravados troncos ou tábuas de madeira de pinho nas últimas fiadas da construção em terra, de forma a travar o frechal, onde são fixas as varas que, por sua vez, suportam as ripas e as telhas. Estas coberturas têm a vantagem de ser mais leves.

No entanto, é possível utilizar algumas das técnicas descritas anteriormente para a construção em terra crua na formação da cobertura. Uma vez que a maioria já foi descrita, apenas irei abordar aqui em maior detalhe o caso particular das abóbadas de adobes sem cofragem.

Conhecidas actualmente como abóbadas núbias devido à sua origem, estas são formadas por adobes de menores dimensões (15x25cm com 5 ou 6cm de espessura) empilhados segundo uma diagonal de 60-70° (ver Fig. 122 e 123), começando pela base. Os arcos (os primeiros incompletos) têm de ser apoiados sobre uma parede ou sobre um arco central executado com cofragem. Estas abóbadas são baseadas em arcos catenários e por isso apenas sofrem forças de compressão, o que as torna mais resistentes.



Fig. 122 Construção de uma abóbada núbia

Fonte: <http://www.naturalbuildingblog.com/nubian-vaults-in-africa>.

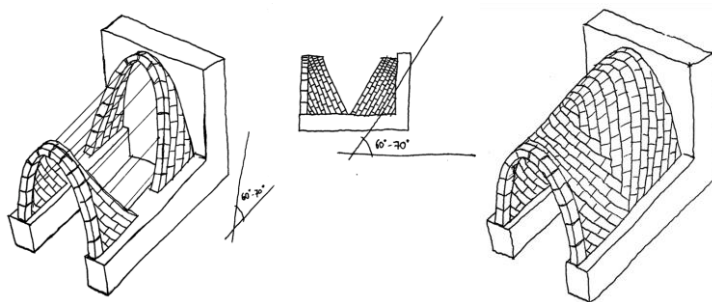


Fig. 123 Construção de Abóbada Núbia, sem Cofragem

Fonte: <http://www.sitiocoop.com/blog/>

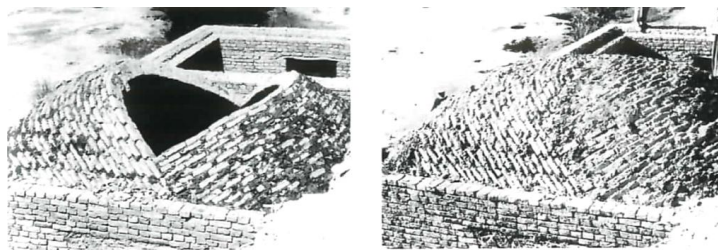


Fig. 124 Abóbada Afegã

Fonte: MINKE; Gernot - *Building with Earth*.



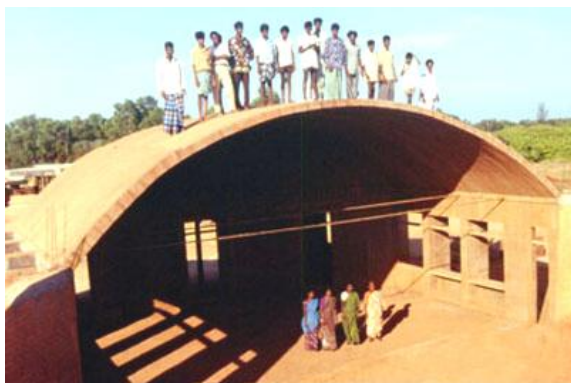


Fig. 125 Abóbada em BTC construída sem cofragem, vão de 10,35m

Fonte: [http://www.earth-auroville.com/earth\\_in\\_auroville\\_introduction\\_en.php](http://www.earth-auroville.com/earth_in_auroville_introduction_en.php).



Fig. 126 Abóbada de Arcos Abatidos

Cordas esticadas ajudam a controlar a forma da abóbada.

Fonte: [http://www.earth-auroville.com/vaulted\\_structures\\_en.php](http://www.earth-auroville.com/vaulted_structures_en.php).

Para facilitar o assentamento e diminuir a quantidade de argamassa, adobes com ligeira forma de cunha podem ser utilizados. As espessuras dos adobes também podem ser superiores se for utilizada uma argamassa mais forte.

Variantes desta técnica, conhecidas como abóbadas afegãs (ver Fig. 124), permitem executar as abóbadas directamente sobre o topo das paredes que conformam a divisão, começando a construção em cada um dos cantos até ao fecho em forma de "olho de peixe" com um adobe em cunha.

Abóbadas e cúpulas também podem ser executadas com cofragem, em madeira ou metal, mas é possível usar como alternativa simplesmente areia molhada moldada com a forma desejada.

A maior cúpula em terra (BTC's) da Alemanha tem 11m de diâmetro e 6,8m de altura, tendo sido desenhada pelo arq. Gernot Minke para o Infantário Oranienburg-Eden em 2002. Em Auroville, na Índia, também grande destaque tem sido dado à exploração de coberturas em terra (BTC's). Uma abóbada construída sem cofragem, bastante esbelta, e com uns impressionantes 10,35m de vão (ver Fig. 125), é um dos exemplos, mas o mais desenvolvido tem sido a cobertura de divisões de habitações em altura com abóbadas cruzadas de arcos abatidos (ver Fig. 126), obtendo uma significativa economia de espaço e material.

Todas estas coberturas têm necessariamente de ser revestidas com um reboco hidrófugo (ver capítulo 4.4.2 Reboco e Pinturas). No caso de se desejar um revestimento mais resistente pode-se optar por ladrilhos de terra cozidos, o mais indicado, principalmente quando se pretende construir uma cobertura plana aproveitável como terraço.

## 4.8 Resistência a Acções Horizontais

As acções horizontais são de particular importância nas construções em terra, uma vez que constituem o "ponto fraco" deste tipo de construção, feita essencialmente para suportar cargas verticais. Em Portugal, as forças horizontais mais temidas são as provocadas pelos sismos, mas existem também outras originadas pela própria construção, como as forças de contraforte provocadas por telhados inclinados, arcos e abóbadas, apenas para enumerar os exemplos mais comuns, e que têm de ser acautelados. A insuficiência da construção em resistir a estes esforços pode originar abaulamentos da parede, fissuras e levar mesmo ao desmoronamento.

Deve-se ter em consideração que o aparecimento de fissuras como resultado de um sismo, neste tipo de construção, não é necessariamente reflexo de má construção. Tais fissuras podem ser facilmente preenchidas e reparadas com o mesmo material de construção. O que se pretende como resistência, à semelhança de edifício correntes em betão armado, é que resistam aos sismos sem colapsarem, de forma a garantir a segurança das pessoas no seu interior. Assim, o principal objectivo é evitar que as paredes desabem para o exterior, fazendo com que a cobertura desabe. A primeira forma de acautelar esse problema é através de uma **viga de coroamento** em todo o perímetro da construção, que permite também distribuir as cargas de forma homogénea.

Existem 2 abordagens diferentes em relação à forma de proteger um edifício contra a acção sísmica. Uma passa por conferir à construção massa suficiente e resistência entre todos os seus elementos para garantir total rigidez, a outra, pelo contrário, pretende garantir que a construção oscile durante o sismo, de forma a absorver as ondas de choque sem entrar em rotura, tendo, por isso, de ser leve e flexível, usando materiais com elevada ductilidade. Variantes e combinações destas duas abordagens podem também ser opção, sendo teoricamente o valor da Qualidade Estrutural = Resistência x Ductilidade.

Tradicionalmente, as patologias geradas pelas acções horizontais eram prevenidas através da construção de **gigantes**, inertes em pedra, normalmente de forma triangular, que fazem o travamento da parede a meio, no seu ponto mais vulnerável<sup>47</sup>. De igual forma, as **chaminés**, também construídas em tijolo cozido ou pedra, ajudam a conferir maior resistência ao conjunto da construção. Minke usou esta lógica para a criação de módulos de parede em forma de L ou T (ver Fig. 127) estáveis devido ao seu próprio desenho.



Fig. 127 Módulo em T de Taipa Reforçada com bambu

Fonte: MINKE, Gernot - *Building with Earth*.

Também é conhecida em Portugal a introdução de **varões de aço traccionados** no interior das paredes, ancorados com cruzetas (ver Fig. 128).

<sup>47</sup> Recomenda-se que o comprimento das paredes não seja superior a 10 vezes a espessura da parede, com um máximo de 7m, sem incluir apoios transversais, normalmente dados por paredes interiores.

Claro que as construções em tabique (ver capítulo 4.3 Terra Crua usada com Enchimento de uma Estrutura de Suporte) não necessitam de protecções adicionais contra estas acções, uma vez que a combinação da terra com a **estrutura de suporte** confere, por si só, uma maior resistência às forças laterais. Pode-se optar mesmo por separar totalmente a estrutura de suporte da cobertura das paredes da construção, fazendo-as oscilar de forma independente.



Fig. 128 Cruzetas em Paramento de Taipa

Fonte: FERNANDES, Maria. *Património de Terra: Universalidade das Técnicas*.

Actualmente, como já foi descrito anteriormente, existem diversas formas de aumentar a resistência destas construções através da introdução de outros elementos como forma de **armação**. É o caso do betão armado, madeira, bambu (mínimo 5cm de diâmetro), aço (vigas ou varas) ou redes metálicas ou plásticas.

Usualmente os reforços pelo interior das paredes dividem-se em verticais e horizontais, tal como pode ser observado na Fig. 129. Segundo Minke, a forma mais eficiente corresponde ao reforço vertical<sup>48</sup>, uma vez que o horizontal (a cada 4 fiadas) pode enfraquecer a parede, se não existir uma boa aderência entre a argamassa de assentamento (no caso do adobe) e o material usado para reforço. O importante será que este reforço vertical estabeleça uma boa ligação com a fundação e a viga de coroamento.



Fig. 129 Exemplos de Reforço Anti-Sísmico - Vertical e/ou Horizontal

Fonte: <http://mestrado-reabilitacao.faa.utl.pt/disciplinas/jaguiar/MariaFernandesTERRA2.pdf>.

No Perú, numerosos estudos foram feitos nesta temática e a solução actualmente

adoptada, para além da anteriormente descrita, consiste na chamada "terra armada", em que tanto a superfície interior como a exterior das paredes é revestida com uma malha electrossoldada, convenientemente ligada à fundação e à viga de coroamento e finalmente revestida com o reboco<sup>49</sup>. Esta técnica será provavelmente a mais eficiente e permite ser aplicada em edifícios já construídos e

<sup>48</sup> Um estudo refere a necessidade de ser efectuada mais pesquisa para aferir o real comportamento do reforço com bambu vertical. A recomendação dada é executar o reforço pelo exterior e de preferência vertical e horizontal, simultaneamente. Fonte: [http://services.eng.uts.edu.au/~ddowling/Attachments/SismoAdobe05 Dowling \(B\) UTS \(final\).pdf](http://services.eng.uts.edu.au/~ddowling/Attachments/SismoAdobe05 Dowling (B) UTS (final).pdf).

<sup>49</sup> O método de construção é exemplificado e explicado pelo professor e engenheiro peruano Marcial Blondet num vídeo disponível em <http://news.bbc.co.uk/2/hi/americas/8201971.stm>.

na restauração de monumentos em terra. Em alternativa ao metal pode-se utilizar uma "geomalha" em plástico.

As abóbadas também podem ser reforçadas com bambu, dobradas em arco. Adobes em U encaixam nas canas facilitando a sua construção. Uma rede embutida no reboco exterior confere maior resistência. A forma de catenária é a mais resistente aos sismos e deve-se ter sempre a preocupação de construir os arcos de forma a que as forças de peso próprio estejam sempre contidas dentro do próprio arco.

Os vãos têm particular importância uma vez que constituem pontos de exceção na estrutura e como tal devem ser dimensionados (ver Fig. 130) de forma a não constituírem fragilidades. A verga que os conforma superiormente deve estar, no mínimo, 40cm embutida na parede. Idealmente, pode-se optar por fazer coincidir as diversas vergas com a viga de coroamento.

É de referir que a própria forma do edifício tem impacto na sua capacidade de resistência aos sismos. Edifícios circulares são os mais eficientes na distribuição homogénea das forças, sendo seguidos pelos edifícios de planta quadrada. O chanframento dos cantos é outra forma de diminuir as tensões nos cunhais (ver Fig. 131). O reforço dos cunhais com madeira, pilares metálicos ou em betão armado (ver Fig. 132) também é uma boa alternativa.

Também é aconselhável evitar a construção em altura, recomendando-se que esta não seja superior a oito ou 10 vezes a espessura da parede. Normalmente (e algumas das regulamentações assim o exigem) não se vai além do piso térreo. Na construção de um segundo piso pode-se optar por estruturas mais leves em madeira ou tabique.

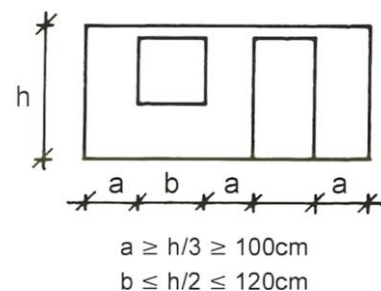


Fig. 130 Dimensionamento dos Vãos

Fonte: MINKE, Gernot - *Building with Earth*.

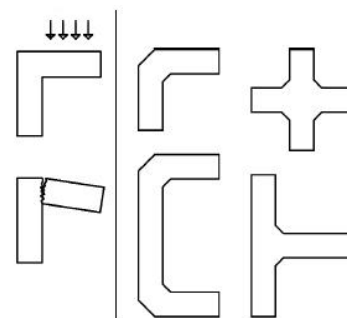


Fig. 131 Chanframento dos Cunhais

Fonte: [http://gernotminke.de/veroeffentlichungen/manual\\_engl.pdf](http://gernotminke.de/veroeffentlichungen/manual_engl.pdf).

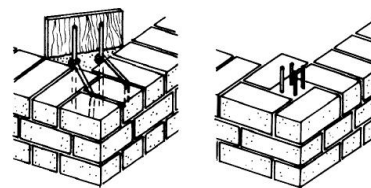


Fig. 132 Reforço dos Cunhais com Betão Armado

Fonte: [http://gernotminke.de/veroeffentlichungen/manual\\_engl.pdf](http://gernotminke.de/veroeffentlichungen/manual_engl.pdf).

## 4.9 Implicações em Arquitectura

Acaba por ser difícil estipular pressupostos *à priori* sobre a arquitectura construída com terra crua, uma vez que, como vimos, estas construções podem tirar partido de inúmeras técnicas, todas elas distintas entre si. Ao longo dos capítulos anteriores tentou-se apontar as especificidades de cada uma da forma mais sintética possível. Desta forma, neste capítulo far-se-á apenas uma compilação de alguns dos aspectos genéricos característicos da construção em terra crua, aplicáveis a todas as técnicas (em particular à taipa e ao adobe) que, de certo modo, correspondem à aplicação ideal deste material de construção. Muitos destes aspectos estão ligados à capacidade de resistência sísmica.

- Deve-se evitar a construção em altura (com mais de 2 pisos).
- Devem-se evitar as paredes longas, caso em que devem ser previstos apoios (paredes dispostas transversalmente) que travem a estrutura, reduzindo a pressão sobre os cunhais.
- A forma mais estável é a circular, uma vez que distribui os esforços homogeneamente. No limite a cúpula em catenária é uma das formas mais eficientes deste tipo de construção.
- Idealmente, as coberturas devem ser leves de forma a reduzir as cargas sobre os paramentos.
- Deve-se interligar as paredes entre si (viga de coroamento) de forma a que a estrutura reaja como um todo e haja uma boa distribuição das cargas da cobertura, de forma a que estas nunca sejam pontuais.
- Os vãos devem ser pequenos, preferencialmente ao alto, reduzindo as cargas por peso próprio incidentes sobre a verga.
- Deve-se evitar a abertura de grandes vãos imediatamente junto a um cunhal, uma vez que diminui a resistência do conjunto. Por essa razão, idealmente os vãos devem ser abertos ao centro do paramento, onde os esforços são menores.
- A espessura das paredes pode diminuir sucessivamente com o aumento do nº de pisos. A diferença pode ser usada para apoio da estrutura dos pisos intermédios.

Estas são as principais condicionantes formais que estão implicitamente atribuídas à arquitectura de terra no imaginário colectivo, em particular, no imaginário colectivo português. A verdade, no entanto, é que a arquitectura de terra não necessita necessariamente de seguir estas limitações impostas pela tradição da prática empírica, não obstante o seu inquestionável valor. Hoje em dia, em que a Ciência e a Tecnologia avançam a um ritmo nunca antes visto, é necessário que os novos conhecimentos sejam aplicados à arquitectura de terra crua e que novos estudos (a um nível muito mais vasto e de maior escala do que os realizados até agora) sejam feitos para se dominar completamente este material e tirar partido de todas as suas potencialidades, técnicas e estéticas.



É provavelmente a **versatilidade** da terra, a sua capacidade servir como meio de expressão por excelência, pela simples forma como pode ser trabalhada e moldada directamente com as mãos de qualquer um, que faz da terra crua um material com potencialidades virtualmente ilimitadas.

Segue abaixo uma pequena recolha de imagens para ilustrar a **riqueza de formas, texturas, cores**, etc, que a terra crua pode assumir. Com a particularidade de que cada uma é única e especial, fazendo com que cada construção tenha um significado próprio.



Fig. 133 Detalhes de Cerâmica embutido na Parede

Fonte: <http://espaconaturalmente.blogspot.pt/p/fotos-das-oficinas-e-mutiroes.html>.



Fig. 134 Entradas de Luz feitas com Garrafas de Diversos Formatos

Fonte: <http://espaconaturalmente.blogspot.pt/p/fotos-das-oficinas-e-mutiroes.html>.



Fig. 135 Arcos e Cúpulas em Adobe

Fonte: <http://lecycorelli-bioarquitetura.blogspot.pt/2011/06/construcao-de-terra-parte2-adobe.html#axzz2OU57ENXk>.



Fig. 136 Exploração da Cor Natural da Terra em Construção de Taipa

Fonte: <http://lecycorelli-bioarquitetura.blogspot.pt/2011/06/construcao-de-terra-parte-1.html#axzz2OU8o2hdr>.



Fig. 137 Casa em Cob de José Juan e Yadi

Fonte: <http://barroyanas.blogspot.pt/2011/04/casa-de-cob-de-jose-juan-y-yadi-httpwww.html>.

A terra crua pode mesmo ser usada na criação de **mobiliário** interior e exterior.



Fig. 138 Casa de Banho em Terra Crua

Toda a construção foi feita com mangueiras de tecido cheias de terra. O lavatório em cerâmica foi igualmente revestido da mesma forma, sendo o acabamento feito com barro estabilizado com 6% de cola de cal e caseína. Foi usada durante 14 anos sem sinais de deterioração.

Fonte: MINKE, Gernot - *Building with Earth*.



Fig. 139 Quebra-luz moldado na Parede

A estrutura é em arame.

Fonte: [http://aupetitcolibri.free.fr/CONSTRUIRE\\_PAILLE/Stage\\_paille/Stage\\_MEP\\_juin05.html](http://aupetitcolibri.free.fr/CONSTRUIRE_PAILLE/Stage_paille/Stage_MEP_juin05.html).

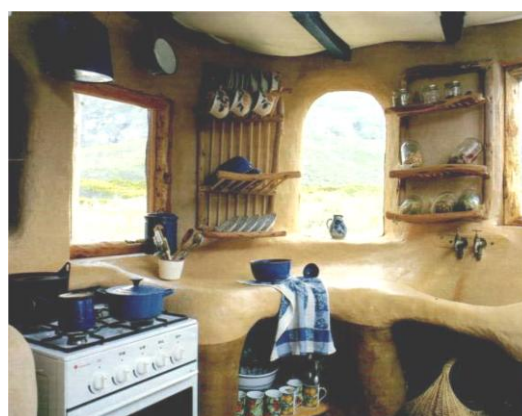


Fig. 140 Várias peças de Mobiliário Embutido feitos em Terra Crua

Fonte: [http://umblogdoido.blogspot.pt/2012\\_08\\_01\\_archive.html](http://umblogdoido.blogspot.pt/2012_08_01_archive.html).



O futuro da terra crua pode passar pela "sofisticação e modernização da sua execução e do seu desempenho a nível económico"<sup>50</sup> como defende o arq. Miguel Mendes da Associação Centro da Terra. A aplicação de métodos de **estandardização** à construção em terra pode ser uma forma de a indústria de construção lançar a sua atenção para o estudo profundo deste material, adequando-o às exigências construtivas, térmicas e ecológicas actuais.

Seja qual for o futuro reservado para a arquitectura em terra crua, será de prever que não estará de maneira nenhuma limitado a uma única estética, por muito que o fenómeno da globalização, a imposição das normativas e a imediatez do pré-fabricado, tendam a levar nessa direcção. Como iremos ver no capítulo V - Arquitectura em Terra, a terra crua pode ser aplicada na construção do anexo no quintal ao palácio do presidente, para o pobre ou para o rico. As verdadeiras condicionantes são o local, com o seu clima, topografia e envolvente, o orçamento, o programa funcional e a estética pretendida tendo como base a envolvente cultural. Tendo isso em mente, a terra crua é o barro nas mãos do arquitecto.



Fig. 141 Construção em Terra Crua

Repare-se nas pedras embutidas e no entramado do tecto.

Fonte: <http://ecocasaportuguesa.blogspot.pt>.



Fig. 143 Habitação em Terra, Irlanda

A plasticidade da terra na formação dos vãos e no tratamento da fachada constituem uma forma rica de expressão.

Fonte: <http://aventar.eu/2012/03/23/arquitectura-de-terra>.



Fig. 142 Habitação em Cob, Sommerset, Inglaterra

Auto-Construção e Design de Lisa e Rich. O barro usado e a madeira de Pinheiro e Cedro para a estrutura e cobertura foi recolhida do local. As paredes a Norte e Este foram construídas com fardos de palha revestidos a barro que a sul é aplicado como autênticas esculturas.

Fonte: <http://naturalhomes.org/goatlings.htm>.

<sup>50</sup> Fonte: [http://www.recriarcomvoce.com.br/blog\\_recriar/a-construcao-com-terra-em-portugal](http://www.recriarcomvoce.com.br/blog_recriar/a-construcao-com-terra-em-portugal).

## 4.10 Viabilidade Económica

Já vimos no capítulo 3.2.4 Vantagens e Desvantagens as grandes vantagens da utilização da terra como matéria-prima na construção. Como foi referido, a terra, quando extraída *in situ*, aproveitando as modelações de terreno previstas no projecto, é um recurso virtualmente sem qualquer custo (inclusivamente torna desnecessário o seu transporte para um aterro). Assim, utilizando-a na formação das paredes ou, no limite, de todo o edifício é indiscutível que a sua utilização diminuirá em muito os custos com a matéria-prima. No entanto, uma construção não engloba somente os custos com a matéria-prima. É necessário ter em conta, num estudo de viabilidade, uma série de outros custos que, inclusivamente, tendo em conta o contexto da obra, podem encarecer a construção em relação às alternativas correntes.

Quando se fala aqui de contexto, referimo-nos a Portugal nos dias de hoje e isto é importante porque, ao contrário de outros países (como foi indicado no capítulo II -Estado de Arte), aqui não dispomos de legislação específica, o que torna a burocracia e o licenciamentos mais onerosos, nem existe grande disponibilidade de empresas dedicadas a este mercado, pelo que a ausência de "concorrência" também torna os valores de mercado existentes algo questionáveis.

As diferentes técnicas de construção em terra, como vimos, também tornam as generalizações neste âmbito muito difíceis, se não mesmo impossíveis. É necessário ter em conta a utilização de outros materiais e os custos de manutenção da solução de construção adoptada.

Estudos realizados para o contexto português<sup>51</sup> revelam a utilização de BTC's como a mais económica uma vez que não necessitam de qualquer revestimento<sup>52</sup>, apesar de, ainda assim, este tipo de alvenaria, como qualquer outro tipo de construção que utilize a terra como matéria-prima de construção, ser efectivamente mais dispendioso que uma alvenaria convencional em tijolo furado, pelo facto de aumentar os custos de mão-de-obra e a duração da obra. Esse acaba por ser, apesar de tudo, um aspecto a favor da construção em terra, uma vez que grande parte do custo da obra acaba por reverter a favor dos trabalhadores (ou seja das pessoas, da comunidade, melhorando a sua qualidade de vida), em vez de ser gasto na aquisição/produção das matérias-primas.

Ainda assim, é de prever que uma possível industrialização do sector<sup>53</sup>, como vem a ser explorado noutros países (ex.: EUA), altere estes factores (duração da obra e custo de mão-de-obra), tornando esta opção construtiva mais viável. No entanto, essa transformação deverá começar com o

---

<sup>51</sup> Fonte: BRANCO, Fernando; BRITO, Jorge; LOURENÇO, Patrícia - Construção em Terra Crua: Estudo Económico Comparativo. *Arquitectura e Vida*. Nº34 (Jan. 2003),. pp. 76-80.

Por outro lado, o arq. Henrique Schreck defende a ideia de que a taipa pode ser 40% mais barata que a construção corrente e que ser mais cara é um total contra-senso.

<sup>52</sup> Segundo Ana Escoval, em 2000, na região de Odemira uma construção em taipa custaria mais 10% do que em sistemas de construção correntes.

<sup>53</sup> Segundo Patrícia Lourenço, tal poderia ser conseguido usando a mesma maquinaria usada na produção de tijolos cozidos por extrusão, e tendo simultaneamente 75% de poupança em termos de gastos energéticos.



aumento de empresas de construção civil especializadas nesta área, de forma a divulgar estas técnicas e torná-las mais acessíveis a qualquer cidadão. É necessário, por isso, desenvolver estas tecnologias, nem que seja, inicialmente, numa perspectiva de manutenção do património em terra existente, que necessita de ter em conta a compatibilidade de materiais e técnicas. Espera-se, assim, que os conhecimentos e sinergias gerados no âmbito da reabilitação, possam também ser aplicados quando se trata de construções novas.

Por enquanto, a viabilidade económica da construção em terra em Portugal é principalmente garantida pelo facto de tais métodos construtivos serem muitas vezes adoptados por famílias ou comunidades em sistema de auto-construção, tornando desta forma "irrelevantes" os custos associados a mão-de-obra. *À priori* pressupõe-se que o tempo de construção será mais longo, mas por outro lado, acaba por ser mais fácil de associá-lo à disponibilidade económica (e de tempo) dos próprios "auto-construtores".

Esta será a perspectiva adoptada neste projecto.



## V - Arquitectura em Terra

Este capítulo pretende reunir um conjunto de exemplos de arquitecturas em terra crua construídas dentro de diferentes contextos espaço-temporais e culturais, que testemunhe a versatilidade permitida por este material.

### 5.1 As Origens

A construção em terra, como já foi dito, é quase tão antiga como o Homem. As suas reais origens e evolução são difíceis de determinar devido à capacidade que estas construções têm de se degradar lentamente, quando abandonadas, ao ponto de desaparecerem na paisagem, fundindo-se com ela sem deixar qualquer rasto. A mais antiga construção em terra que se conhece, com mais de 3.300 anos, é o **Ramasseum**, no Egipto (ver Fig. 144). A sua aplicação para a construção estende-se a todos os continentes e exemplos de merecido destaque, como a aldeia de **Ait-Bem-Haddou** (ver Fig. 145), em Marrocos, a **mesquita de Djenné** (ver Fig. 146), no Mali, Peru, a cidade antiga de **Shibam** (ver Fig. 147), a cidade de Sanaa, ou a cidadela de **Chan Chan** (ver

Fig. 148), no Iémen, estão, inclusivamente, classificadas como "Património Cultural da Humanidade" pela UNESCO, atestando a capacidade deste material em erigir construções sólidas, de



Fig. 144 Ramasseum, 1.300 a.C.

Fonte: <http://www.earth-auroville.com/worldtechniquesintroductionen.php>.



Fig. 145 Aldeia de Ait-Bem-Haddou, em Marrocos

Fonte: GOMES, Maria Idália; GONÇALVES, Teresa Diaz - *Construção de Terra Crua*.



Fig. 146 Mesquita de Djenné, Timbuktu, Mali

É o maior edifício em adobe do mundo com as torres a chegarem quase aos 20m. Os troncos em madeira cravados nas paredes aumentam a resistência da estrutura, funcionam como juntas de dilatação e como apoios durante a manutenção anual do reboco, após a época das chuvas. Construído por volta de 800 a.C., foi reconstruído em 1935.

Fonte: GOMES, Maria Idália; GONÇALVES, Teresa Diaz - *Construção de Terra Crua*.



Fig. 147 Cidade Antiga de Shibam, Iémen

Composta por prédios de desenvolvimento em altura (que chegam mesmo a atingir 11 pisos), construída em tabiques de terra e adobe, esta cidade ficou conhecida como a "Manhattan do Deserto". A sua construção data do séc. XV.

Fonte: GOMES, Maria Idália; GONÇALVES, Teresa Diaz - *Construção de Terra Crua*.

uma monumentalidade impressionante e de elevado cariz artístico. O seu uso espalhou-se aos quatro cantos do mundo, onde quer que o ser humano se instalasse (ver Anexo 1).

Provavelmente o exemplo mais paradigmático da utilização da terra no surgimento de novas cidades na Era dos Descobrimentos é o **"Pueblo" de Taos**<sup>54</sup> (anterior ao séc. XIV), Novo México, EUA. (ver Fig. 149).

Classificada Património Mundial da Humanidade pela UNESCO, em 1992. É ainda habitada pelos descendentes dos residentes originais, que fazem por manter vivas as tradições e a cultura do seu povo. As paredes em adobe moldado, variam em espessura entre os 70cm na base e 35cm no topo. Todos os anos o reboco em terra das paredes é renovado, num processo cerimonial que junta toda a aldeia. Os pisos superiores são sucessivamente menores de forma a formarem terraços. Os quartos principais localizam-se no exterior da construção, enquanto que, no centro, eram guardados os cereais. Tradicionalmente, a entrada era feita através de aberturas na cobertura, acessível através de escadotes de troncos. As portas e janelas, hoje existentes, foram introduzidas apenas no último século. Os pisos intermédios e coberturas são feitos com troncos, que atravessam a fachada, cobertos por uma manta de ramos finos, ervas e uma camada de terra, com um acabamento final igualmente em reboco de terra.

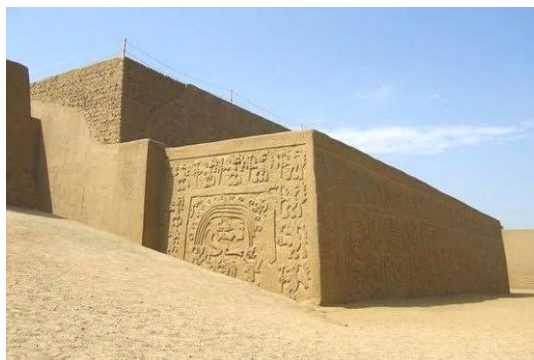


Fig. 148 Cidadela de Chan Chan, 850-1450 d.C., Peru  
Fonte: GOMES, Maria Idália; GONÇALVES, Teresa Diaz - *Construção de Terra Crua*.

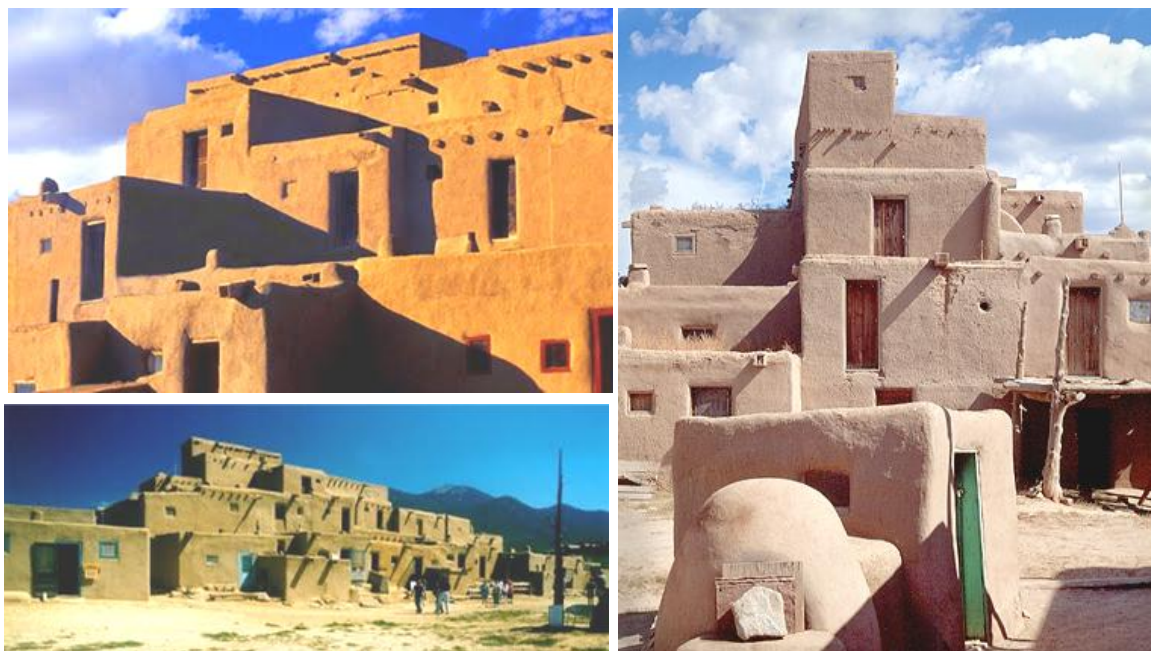


Fig. 149 Taos, Novo México, EUA

Fonte: <http://lecypicorelli-bioarquitetura.blogspot.pt/2011/08/construcao-de-terraparte-27-cidades-e.html#axzz2OU8o2hdr>.

<sup>54</sup> Fonte: <http://whc.unesco.org/en/list/492>.



Na Austrália, a sua utilização desenvolveu-se sobretudo em meados do séc. XIX, com a Corrida ao Ouro, nos desertos australianos onde a madeira era escassa.

Apesar disso, em muitos locais a utilização da terra crua já existia antes da Expansão do Mundo Ocidental. Tanto nos climas desérticos, como no Norte de África (ver Fig. 150), como em climas tropicais (ver Fig. 151), onde as monções nos levariam a rejeitar à partida este material, chegando mesmo ao topo do mundo com casas e mosteiros construídos em taipa no Tibete (ex: Mosteiro de Rebkung).



Fig. 150 Habitações em Adobe, Ksar Ouled Soltane, na Tunísia

Fonte: <http://aventar.eu/2012/03/23/arquitectura-de-terra>.

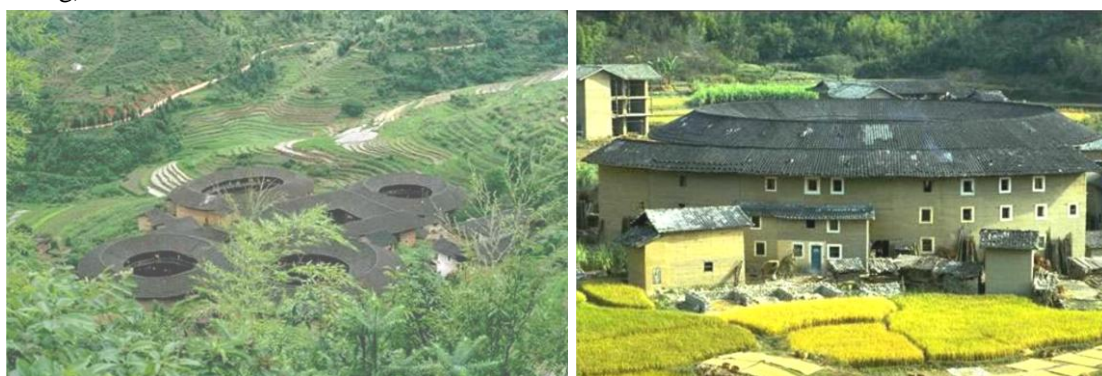


Fig. 151 Hakka, na Província de Fujian, China

Construções circulares (casas Hakka) em taipa, com 3 pisos (podem ter entre 2 e 5 pisos), no vale do rio Huang. A estrutura da cobertura e dos pisos em madeira assenta em pilares também em madeira, exteriores às paredes.

Fonte: FERNANDES, Maria - *Património de Terra: Universalidade das Técnicas*.

Estas longas tradições ainda se encontram bem enraizadas nestes países e mantêm-se vivas, apesar da introdução recente de novos materiais e técnicas de construção, infelizmente, em grande medida, devido à elevada percentagem de população ligada à vida rural e ao igualmente elevado nível de pobreza.

Já no mundo Ocidental, muitos dos edifícios construídos em terra, alguns mesmo com centenas de anos, continuam "vivos" e a ser habitados um pouco por toda a Europa, desde a Península Ibérica até a Inglaterra ou a Suécia, muito embora a tradição da sua construção já tenha caído em desuso.

Lyon, em França, é uma das regiões da Europa com maior registo de construções em terra, uma tradição que remonta ao período da ocupação romana.



A utilização da terra na construção era mesmo a norma em muitas regiões da Europa até ao séc. XIX. A Inglaterra e a Alemanha são, tal como a França, casos paradigmáticos e onde o estudo deste tipo de construção se encontra mais estudado na Europa.

Em Inglaterra existe o exemplo de **Milton Abbas** (ver Fig. 152), em Dorset, uma nova aldeia construída de raiz, em 1773, por iniciativa do conde de Dorchester. Os autores do projecto terão sido os arquitectos William Chambers e Capability Brown, que optaram pela utilização do *cob*. Está hoje classificada como monumento histórico.



Fig. 152 Milton Abbas, Inglaterra - Técnica de Cob

Fonte: GOMES, Maria Idália; GONÇALVES, Teresa Diaz - *Construção de Terra Crua*.

Mas a construção em terra não se restringiu, a nível da habitação, a pequenas moradias em ambiente rural ou urbano de baixa densidade.

Na Alemanha, na cidade de Weilburg (perto de Frankfurt), é possível ver o **edifício mais alto da Europa** (ver Fig. 153) construído com terra crua, através da técnica da taipa. O edifício, desenhado pelo Arquitecto Wimpf, foi concluído em 1828. O edifício de 7 andares já sobreviveu inclusivamente a um incêndio. As paredes maciças, que vão dos 75cm na base, até aos 40cm no topo, suportam esforços de compressão que chegam até aos 7,5kg/cm<sup>2</sup> na base.



Fig. 153 Edifício em Taipa, 1828, Weilburg, Alemanha

Fonte: BIRZNIEKS, Lauris - *Designing and Building with Compressed Earth*.

Mais alto ainda é a torre da mesquita de Al-Muhdar (ver Fig. 154), com 53m, construída em 1914.

No Brasil, também são muitos os edifícios em terra que se mantêm como testemunho, particularmente palácios e edifícios religiosos, do séc. XVIII e XIX, a grande maioria em taipa e pau-a-pique.



Fig. 154 Mesquita de Al-Muhdar, 1914

Fonte: <http://members.virtualtourist.com/m/p/m/1ce2bb>.



Fig. 155 Borough House, 1821, Dr. William Wallace Anderson

Fonte: <http://www.flickr.com/photos/25411380@N00/6728952243>.

Nos E.U.A., o seu uso generalizou-se bastante graças ao livro *Rural Economy*<sup>55</sup> de S.W. Johnson, publicado em 1806. Um dos mais antigos exemplos da sua aplicação é o complexo da plantação de **Borough House** (ver Fig. 155), construída em taipa, em 1820-21, pelo Dr. William Wallace Anderson. Este médico esteve também envolvido na construção da Igreja de Holy Cross (ver Fig. 156), também em taipa (paredes de 45 e 55cm de espessura), numa construção com mais de 12m de altura. O exterior foi protegido com reboco de terra e cal, enquanto que o interior foi estucado e pintado de cinzento para parecer pedra. A cobertura, de grande inclinação, é em madeira e telha vermelha. Esta igreja já sobreviveu a um terramoto e a dois furacões.



Fig. 156 Holy Cross Church, Stateburg, Carolina do Sul, 1850-52, Arq. Edward C. Jones

Fonte: <http://www.panoramio.com/photo/20307609>.

Foi só nos anos 20 a 40 do séc. XX é que foram levadas a cabo pesquisas sérias sobre a construção em terra crua, em particular a taipa, assim como tintas e rebocos. No South Dakota State College quase uma centena de paredes de taipa foram testadas contra a intempérie e, em 1945, Clemson Agricultural College of South Carolina publicou o estudo *Rammed Earth Building Construction*.

Muitos destes conhecimentos foram aplicados num projecto experimental de habitação social em Gardendale, Alabama, em 1936 (ver Fig. 157). As casas de baixo custo, foram construídas em taipa e possuíam generosas áreas de terreno para cultivo e criação de gado.



Fig. 157 Habitação Social em Taipa, Gardendale, Alabama, 1936

Fonte: <http://www.loc.gov/search/?q=Gardendale&st=grid>.

O período das Grandes Guerras Mundiais foi bastante rico na utilização de materiais de construção de baixo custo como a terra. Exemplos de arquitectos de renome já foram mencionados no capítulo II - Estado de Arte. Infelizmente, após esse período a terra voltou a ser um material preterido e só agora está a voltar a ser procurado maioritariamente pelas suas características ecológicas.

---

<sup>55</sup> *Economia Rural*, tradução livre.

## 5.2 A Terra no Território Português

Em Portugal, a utilização da terra tem igualmente uma origem muito antiga, apesar de terem sido os árabes, durante o longo período da sua permanência na Península Ibérica, a deixar a marca mais indelével neste tipo de construção no nosso território.

Como já foi mencionado, quando se fala de construção em terra crua em Portugal pensa-se sobretudo em dois sistemas construtivos, a taipa e o adobe. Também é comum a conjugação dos dois, com a taipa a ser usada nas paredes exteriores e o adobe nas paredes interiores.

Em Portugal (ver Anexo 2), é no Sul, especialmente no Baixo Alentejo, que esta técnica (e neste caso destaca-se particularmente a taipa) foi mais amplamente utilizada, sobretudo em edifícios de habitação. Os motivos desta localização devem-se à conjugação da grande disponibilidade de solo apropriado, ao clima favorável e às influências culturais que ali se estabeleceram. Para além das habitações, a taipa foi também utilizada na construção de palácios, castelos, igrejas e fortificações. As muralhas dos castelos de Alcácer do Sal, Paderne (ver Fig. 158), Salir, Silves ou Tavira são testemunhos da utilização da taipa militar, já anteriormente referida, que ainda resistem apesar de só recentemente estarem a ser alvo de operações de restauro. Os Paços de Vila Viçosa (ver Fig. 159), construídos entre o séc. XVI e XVIII, também foi erguido com terra crua, comprovando o seu uso por todas as classes sociais. Em termos de habitação, no Alentejo, construíam-se em traços gerais dois tipos de casas<sup>56</sup>: a casa dos aglomerados urbanos (ver Fig. 160) e a construção isolada



Fig. 158 Muralha de Paderne

Ao fundo é possível ver a parede cuja base foi reconstruída no processo de restauro.

Fonte: <http://castelodepaderne.blogspot.pt/2011/02/castelo-de-paderne-aquando-do-restauro.html>.



Fig. 159 Fachada do Paço de Vila Viçosa

Nesta foto de 2010, após as operações de limpeza, é possível ver a cor azul do mármore que reveste a fachada.

Fonte: [http://descobrirvilavica.blogspot.pt/2011/11/o-paco-ducal-de-vila-vica\\_5652.html](http://descobrirvilavica.blogspot.pt/2011/11/o-paco-ducal-de-vila-vica_5652.html).



Fig. 160 Casas em Taipa, Vila Boim, Elvas

Fonte: [http://gambozino-alentejano.blogspot.pt/2008\\_12\\_01\\_archive.html](http://gambozino-alentejano.blogspot.pt/2008_12_01_archive.html).

<sup>56</sup> A arq. Maria Fernandes assinala o seguinte conjunto de tipologias: Casa Urbana de 2 pisos com chaminé na fachada, Casa Urbana de 1 piso, Monte Isolado e Monte Aglomerado. Fonte: <http://mestrado-reabilitacao.fa.utl.pt/disciplinas/jaguiar/MariaFernandesTERRA1.pdf>.



(o "monte", ver Fig. 161), normalmente associada à função agrícola. As habitações eram tipicamente caiadas de branco, embora no Algarve seja possível encontrar habitações só era caiadas na fachada principal, ou nas fachadas Sul e Poente, ou até mesmo apenas em torno dos vãos.

No norte também é possível encontrar vestígios da utilização da terra na construção, apesar da predominância da pedra (em particular o granito) bastante abundante. A técnica aqui utilizada é sobretudo o tabique, no piso superior, sendo o embasamento, correspondente ao piso térreo, em pedra (ver Fig. 162).

Por fim, a última região em que a utilização da terra na construção é mais marcante corresponde ao vale do Tejo e do Vouga. O solo mais argiloso é neste caso mais usualmente utilizado na fabricação de adobe. Muitos edifícios ainda se mantêm de pé. Em particular, no distrito de Aveiro 35-40% dos edifícios são construídos em adobe. Só em Aveiro (ver Fig. 163) essa percentagem é de 20-25%, sendo de destacar os edifícios históricos ligados à Arte Nova, construídos nos finais do séc. XIX, inícios do séc. XX. Nesta região existem mesmo casos da utilização de adobes na construção de poços<sup>57</sup>, permitindo a entrada de água pelas laterias e não só pelo fundo, e de fornos de cal, como seu interior vidrado devido à elevadas temperaturas que ainda hoje podem ser reactivados.

Como se vê, o uso da terra crua era bastante usual em Portugal, de norte a sul, até aos anos 50 do séc. XX. A partir desta altura começou a era do betão e a tradição da construção em terra foi desprezada. No capítulo 5.3.2 Em Portugal, iremos ver alguns exemplos de arquitectos que tentam fazer ressurgir a aplicação destes conhecimentos ancestrais.



Fig. 161 Monte Alentejano

Fonte: <http://entretejodiana.blogs.sapo.pt/tag/alentejo>.



Fig. 162 Casa de Pedra e Tabique, Granja do Tedo, Tabuaço

Fonte: <http://arquitecturadouro.blogspot.pt/2010/05/granja-do-tedo-joia-duriense.html>.



Fig. 163 Casas junto à Ria de Aveiro

Fonte: [http://jpn.c2com.up.pt/2008/02/01/universidade\\_de\\_aveiro\\_estuda\\_construcoes\\_no\\_centro\\_da\\_cidade.html](http://jpn.c2com.up.pt/2008/02/01/universidade_de_aveiro_estuda_construcoes_no_centro_da_cidade.html).

<sup>57</sup> Isto é possível uma vez que são as variações do nível de humidade que degradam os adobes.

## 5.3 Casos de Estudo dos Dias de Hoje

O conjunto de projectos apresentados a seguir tenta demonstrar a variedade de abordagens permitidas pela utilização da terra crua. O principal objectivo é combater o estigma da arquitectura de terra como tendo de assumir uma estética necessariamente tradicional e exemplificar soluções distintas tendo em conta as diferentes localizações, culturas, pressupostos funcionais, estéticos, ecológicos e orçamentais e a maior ou menor industrialização das técnicas.

### 5.3.1 No Mundo

O ressurgimento deste tipo de construção faz-se por motivos distintos que, aparentemente, são inclusivamente contraditórios. Nos países em vias de desenvolvimento, estes materiais são utilizados tendo em conta a vertente económica da questão, enquanto que, nos desenvolvidos, é a questão da sustentabilidade e da saúde que é valorizada, mesmo que a um custo monetário acrescido. Este factor, aliado às especificidade culturais e climáticas, origina distintas abordagens à construção em terra por todo o mundo.

Se entre os anos 60 e 80 a terra foi utilizada como material de construção em grandes projectos de habitação social, a maioria em países ligados ao mundo Ocidental, actualmente essa abordagem tem sido assumida em particular pelos países da América do Sul, devido às grandes necessidades habitacionais que ainda apresentam. No Brasil, o grande desafio a ultrapassar é a imagem da terra permitir o desenvolvimento dos insectos que provocam a doença de chagas, enquanto que nos países da América de língua espanhola, a preocupação recai na importância de a construção em terra crua resistir aos terremotos. O Peru, em particular, é um dos países onde esses estudos têm sido mais profundamente estudados.

Outros projectos de equipamentos ou habitação social, em menor escala, têm sido levados a cabo nos países do terceiro mundo, em África e no sul da Ásia. A taipa ou o BTC tem sido a solução mais adoptada.

Assim, os países desenvolvidos continuaram a explorar o uso da terra mas numa perspectiva de se tratar de um material ecológico e esteticamente interessante, para além de todas as suas outras vantagens. Os E.U.A. deram origem a uma tendência que cada vez mais se vai tornando a norma para os restantes países Ocidentais, sobre o que deve ser a arquitectura em terra contemporânea. A Austrália é um dos países onde essa influência é mais visível. A taipa estabilizada com cimento deixada à vista é a técnica mais comumente adoptada, pela sua proximidade com o betão armado corrente. O arq. americano David Easton foi um dos principais impulsionadores, tendo desenvolvido métodos mais rápidos de construção, como o P.I.S.E. (ver o capítulo 4.1.3 Terra Prensada (Taipa)),



atualizando as técnicas ancestrais à exigências actuais. Muitas vezes, no entanto, a construção em terra, desenvolvida no princípio pela sua vertente económica, começa, pelas opções de projecto tomadas, a tornar-se menos acessível<sup>58</sup>.

Ainda assim, muitos são os projectos de auto-construção de habitação nos países ocidentais (em particular em Inglaterra e nos E.U.A.) que têm como única prioridade os factores económicos e ecológicos. Na Alemanha o movimento da bio-arquitectura também se tem vindo a desenvolver com a adesão das classes sociais mais altas.

Os projectos seguintes tentam exemplificar toda esta diversidade<sup>59</sup>.



Fig. 164 Museu de Arte do Novo México, EUA

É possível ver como o material pode ser utilizados em ambientes de temperaturas extremas, em alternância cíclica.

Fonte: GOMES, Maria Idália; GONÇALVES, Teresa Diaz - *Construção de Terra Crua*.

---

<sup>58</sup> Convém referir que, por vezes, arquitectos e construtores recusam o uso da terra como material de construção pelo facto de que uma construção mais económica diminuir igualmente os seus honorários. Rever o método de calculo dos honorários poderia tornar o uso da terra crua mais receptível.

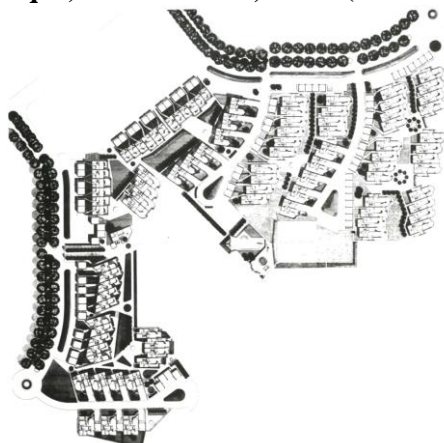
<sup>59</sup> Esta pequena selecção reúne sobretudo edifícios de habitação, apesar disso, existem exemplos da aplicação da terra crua na construção de museus (ver Fig. 164), bancos, igrejas, infantários e muitos outros equipamentos.

▪ **Bairro de La Luz, Albuquerque, Novo México, EUA (1967-74)**

Arquitecto: Antoine Predock

Área da intervenção:  $\approx 42$  acres  
 $\approx 17$  ha

Este foi, o primeiro complexo residencial de casas de luxo construído em adobe.



O design das 96 habitações explora as potencialidades da vista e as relações com os pátios exteriores privados e os espaços comunitários.

As janelas de grandes vãos são recuadas para se protegerem contra o calor do sol enquanto que as paredes de adobe (com terra local estabilizada com emulsão de asfalto) funcionam como acumuladores de calor para amenizar a flutuação de temperatura dia-noite e como barreiras acústicas. Algumas das paredes foram estucadas de branco para permitir uma maior entrada de luz nos pátios e quartos, contrastando com as restantes rebocados com cimento da cor da terra. As vigas de betão que definem os vãos também são realçadas.

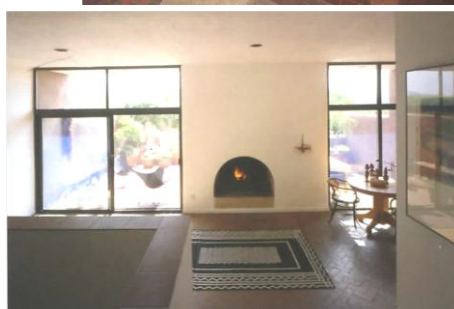


Fig. 165 Planta do Complexo / Entrada de uma Habitação / Interior de uma Habitação

Fonte: RAEL, Ronald - *Earth Architecture*.

A cobertura plana é construída com estrutura de madeira.

Apesar de ser recente já é considerado um conjunto habitacional histórico.



Fig. 166 Vista Aérea

Fonte: DETHIER, Jean (1986) - *Arquitecturas de Terra*.



Fig. 167 Pátio

Fonte: [http://www.sucasamagazine.com/autumn\\_2001/pages/la\\_luz.html](http://www.sucasamagazine.com/autumn_2001/pages/la_luz.html).

▪ **Programa habitacional na ilha de Mayotte, Departamento francês no Sudeste de África**  
(anos 80 do séc. XX)

Este foi um programa de habitação social de grande escala, desenvolvido pela Sociedade Imobiliária de Mayotte, pelo CRATerre, e a Escola de Arquitectura de Grenoble. A ideia delineada desde 1979 era colmatar o problema da falta de habitação recorrendo a mão-de-obra e matérias-primas locais.

Quatro mil habitações, com diferentes *layouts* (entre 40 e 95m<sup>2</sup>) que permitem expansão, das 15 mil prevista para o período de 10 anos, foram construídas entre 1980-86. Para além de habitação também foram construídos vários equipamentos (centro cultural, escolas, lojas, banco, etc).

A técnica construtiva adoptada foram BTC's de terra e cinza vulcânica, estabilizados com 6% de cimento, apesar de ser o *cob* a técnica tradicional.



Fig. 168 Cooperativa de Artesãos, 1981, arq. Vincent Liétar



Fig. 169 Alojamento de Funcionários  
Fonte: DETHIER, Jean (1986) - *Arquitecturas de Terra*.

▪ **Le Domaine de la Terra, L'isle d'Abeau, França (1982-85)**

Este foi um projecto de habitação social que visava principalmente testar na prática os estudos teóricos feitos sobre a utilização da terra crua na construção.

O conjunto de 65 habitações de 2 a 5 pisos foi atribuído por concurso a um conjunto de dez equipas de arquitectos. Imagens de alguns dos projectos podem ser vistas no capítulo II - Estado de Arte. O projecto foi um sucesso e demonstra bem que a terra crua pode ser uma alternativa viável num mundo de recursos limitados. Esta foi a forma de a França dar o exemplo aos países do terceiro mundo, em vez de ajudá-los fornecendo apenas o apoio técnico, mas não seguindo as suas próprias recomendações.

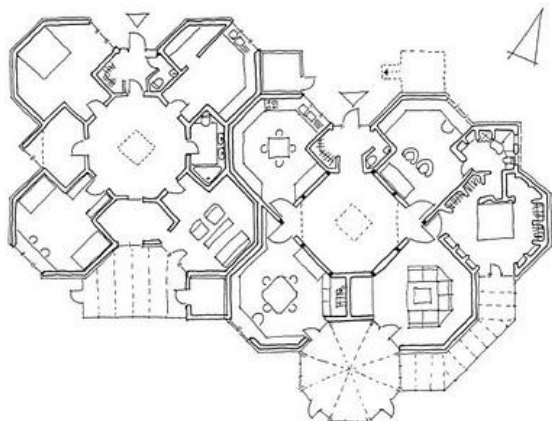
Actualmente, o complexo constitui-se como um mostruário único de arquitectura em terra moderna, integrando materiais contemporâneos, sendo visitado por centenas de arquitectos, engenheiros e entusiastas por construção em terra todos os anos.



▪ **Moradias Geminadas Ecovila de Kassel, Alemanha (1985)**

Arquitecto: Gernot Minke

Área de construção: 160m<sup>2</sup> + 120m<sup>2</sup>



Apesar de diferentes, ambas as habitações desenvolvem as diversas divisões em torno de um hall central de distribuição.

As coberturas são formadas por uma estrutura de toros de madeira dispostos de forma a configurar uma cúpula e têm 12cm de isolamento térmico. A cobertura vegetal de 15cm é aligeirada através do uso de argila expandida.

Várias técnicas foram usadas nas paredes, incluindo tubos de tecido cheios de terra crua como enchimento da estrutura de madeira e adobes extrudido.

Alguns do mobiliário, incluindo o das casas de banho foi executado em terra crua.

Fonte: Arquitectura de Terra. Disponível online em [http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos\\_2004-1/arq\\_terra/proj-2.htm](http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos_2004-1/arq_terra/proj-2.htm); Kumpulan Bangunan Unik. Disponível online em [http://unique77unique.blogspot.pt/2011\\_03\\_01\\_archive.html](http://unique77unique.blogspot.pt/2011_03_01_archive.html).



Fig. 170 Vista Exterior

Fonte: <http://spontiesdesigner.blogspot.pt/2013/02/casas-feitas-de-terra-conheca.html>.



Fig. 171 Planta / Vista para o Jardim de Inverno / Escritório / Hall de Entrada / Jardim de Inverno

Fonte: [http://unique77unique.blogspot.pt/2011\\_03\\_01\\_archive.html](http://unique77unique.blogspot.pt/2011_03_01_archive.html).

### ▪ Escritórios, Nova Deli, Índia (1991)

Arquitecto: Gernot Minke

Área de construção: 115m<sup>2</sup>

Este laboratório de pesquisas foi executado com adobes comprimidos estabilizados. Os diferentes espaços são conformados por 3 cúpulas e 3 abóbadas. As cúpulas foram construídas com auxílio de uma guia que assegura a colocação correcta dos adobes.

As fundações dão em tijolos cozidos e os rebocos exteriores foram enriquecidos com bosta de vaca e hidrorrepelentes.

As cúpulas são iluminadas por clarabóias em acrílico que permitem igualmente ser abertas para ventilação.

A ventilação interior faz-se através de ar captado do exterior que passa por condutas a 3,5m de profundidade mantendo-o constante.

A construção ficou 22% mais barata em comparação com um edifício tradicional com cobertura plana em betão.

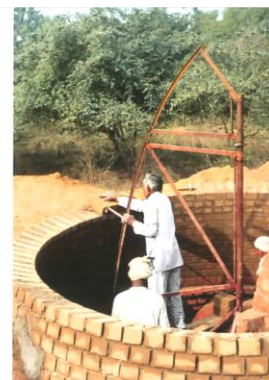
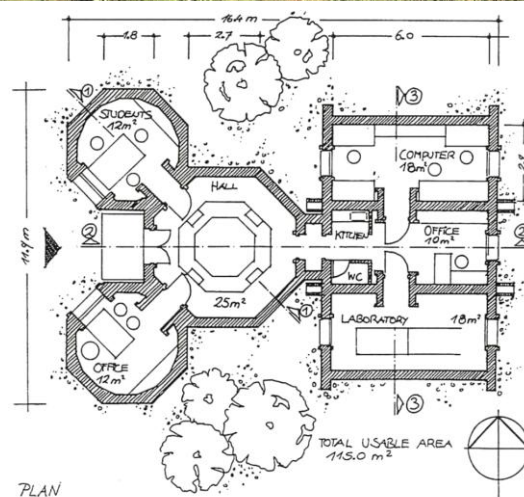


Fig. 172 Traseiras / Planta / Fachada Principal / Aplicação do Reboco / Execução da Cúpula com Guia

Fonte: MINKE, Gernot - *Building with Earth*.



▪ **Habitação e Escritório em Kassel, Alemanha  
(1993)**

Arquitecto: Gernot Minke

Área de construção: 155m<sup>2</sup> (habitação) + 61m<sup>2</sup> (escritório)

Todas as divisões principais são cobertas por cúpulas fechadas através de clarabóias. A distribuição é feita através de um átrio central.

O jardim de inverno é virado a Sul.

As cúpulas são construídas com tijolos de adobe extrudido sem cofragens e a cúpula central (de 5,2m de diâmetro livres e 4,6m de altura) não necessita de viga de coroamento. Na Fig. 173 é possível ver a construção da cúpula com abertura em olho de peixe (técnica afegã) a ser fechada alterando o sentido de assentamento da alvenaria 90°.

Toda a cobertura é isolada com lã de rocha de 20cm para isolamento térmico, tela de impermeabilização ao qual se sobrepões a cobertura verde com 15cm de camada vegetal, onde foram plantadas espécies resistentes ao gelo e à seca.

A terra crua é usada igualmente nos sanitários e na construção de algum mobiliário.

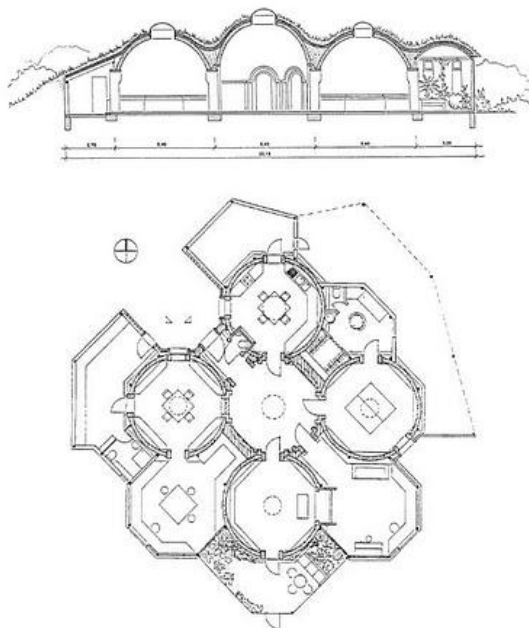


Fig. 173 Entrada / Pormenores do Edifício / Corte / Planta / Construção de uma das cúpulas

Fonte: <http://unique77unique.blogspot.pt/2011/02/blog-post.html>

Fonte: Arquitectura de Terra. Disponível online em [http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos\\_2004-1/arq\\_terra/proj-2.htm](http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos_2004-1/arq_terra/proj-2.htm); Kumpulan Bangunan Unik. Disponível online em <http://unique77unique.blogspot.pt/2011/02/blog-post.html>.

▪ Quinta, Wazirpur, India (1993)

Arquitecto: Gernot Minke e DAAT

Área de construção: 206m<sup>2</sup>



A habitação de um único piso encontra-se semienterrada nas fachadas a norte, funcionando como isolamento térmico (com camada de ar) e com vegetação para protecção contra os ventos, enquanto que os vãos principais são abertos a sul para captação do sol. Grelhas em pedra nas janelas reflectem a luz para uma iluminação indirecta além de conferirem maior segurança contra intrusos.

A planta regular, composta por quadrados e octógonos, possui um átrio central com um pequeno espelho de água, que refresca todas as divisões através de ventilação cruzada.

A estrutura é feita em pedra, com colunas e placas de grandes dimensões formando os tectos e mesmo a cobertura dupla. A camada de ar evita a transmissão de calor para o interior por condução. As paredes são preenchidas com adobes.

O ar interior também pode ser climatizado através de ar exterior captado a 60m da casa trazido através de condutas 3m subterradas.

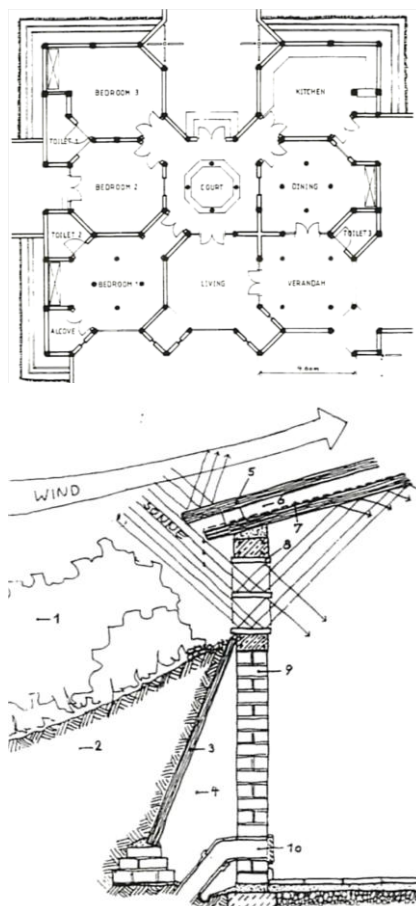


Fig. 174 Planta / Corte da Fachada Norte / Vista Exterior do Lado Norte / Vista do Quarto

Fonte: MINKE, Gernot - *Building with Earth*.



▪ **Casa do Pomar em Itaipericica da Serra, São Paulo, Brasil (1996)**

Arquitecto: Paulo Montoro & Associados

Área de construção: 78m<sup>2</sup> (construção inicial)

O arquitecto assumiu a construção da sua casa como oportunidade para desenvolver um laboratório prático e experimentação. Durante os 11 anos de construção foram usadas várias técnicas, espessuras, diferentes misturas de terra, etc.

As paredes exteriores são em taipa, com 45cm de espessura, enquanto que as interiores são de blocos de terra comprimida.

A terra é estabilizada com cal e seiva de



Fig. 175 Vista Exterior

Fonte: [http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos\\_2005-1/taipa](http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos_2005-1/taipa).

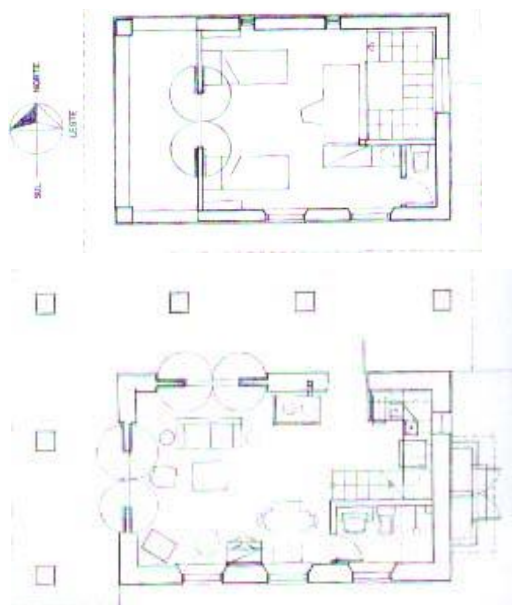


Fig. 176 Vista Exterior / 2º Piso / 1º Piso

Fonte: [http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos\\_2004-1/arq\\_terra/proj-8.htm](http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos_2004-1/arq_terra/proj-8.htm).



Fig. 177 Construção da Ampliação

Fonte: <http://www.abcterra.com.br/index2.htm>.

cupim, para impermeabilização, dispensando, desta forma, qualquer outro acabamento. Segundo o arquitecto, esta técnica custa cerca de metade da alvenaria tradicional.

Sob a cobertura existem 3 tanques para armazenar a água aquecida pelos painéis solares.

Fonte: Arquitectura de Terra. Disponível online em [http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos\\_2004-1/arq\\_terra/proj-8.htm](http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos_2004-1/arq_terra/proj-8.htm). DE LUCCA, Roberta. *Taipa de Pilão é Nobre e Custa Muito Menos*. Disponível online em [http://mdemulher.abril.com.br/revistas/vidasimples/edicoes/007/mente\\_aberta/conteudo\\_262166.shtml](http://mdemulher.abril.com.br/revistas/vidasimples/edicoes/007/mente_aberta/conteudo_262166.shtml).

▪ **Residência Tucson, Arizona, EUA**

Arquitecto: Paul Weiner

A habitação é dividida em 3 zonas distintas, separadas por corredores exteriores.

As paredes em taipa estabilizada com cimento, de 60cm de espessura, sem qualquer outro tipo de revestimento, erguem-se escondendo a cobertura inclinada. Os topos das platibandas continuam a estrutura em taipa, mas com uma maior proporção de cimento de forma a melhorar a

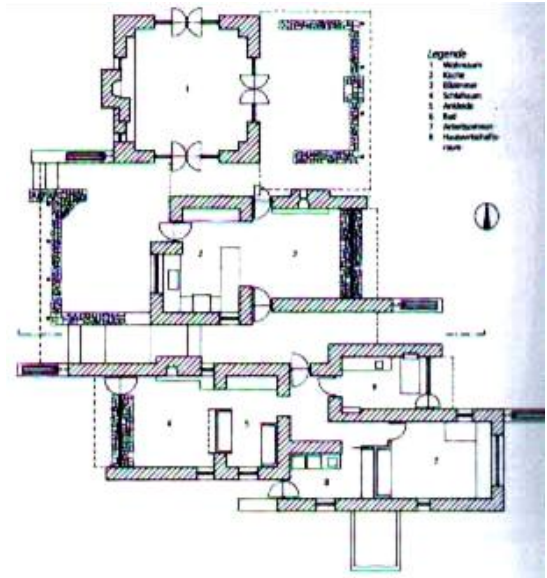


Fig. 178 Planta

Fonte: [http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos\\_2004-1/arq\\_terra/proj-5.htm](http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos_2004-1/arq_terra/proj-5.htm).

resistência contra a intempérie. Madeira, aço e betão, são também utilizados.



Fig. 179 Vista Exterior / Escada Exterior em Taipa / Corredor Exterior / Alpendre entre os Edifícios / Entrada com Canal de Água Lateral / Cozinha

Fonte: <http://www.dbcarchitectbuilder.com/projects/axelrod/axelrod4.html>.



## ▪ Vikas Community, Índia (1992-1998)

Arquitetos: Auroville Building Centre / Earth Unit

Área útil de construção: 1448m<sup>2</sup>

Todas as construções, os 23 apartamentos (1º bloco de 4 apartamentos, 2º bloco de 5 apartamentos e o 3º de 13, em 4 pisos) e a cozinha comum para 50 residentes, utilizam a terra estabilizada desde as fundações à cobertura.

Tentou-se tornar o projecto auto-suficiente em termos de necessidades de matéria-prima pelo que o volume removido foi aproveitado para a cave do edifício (1,20m abaixo da linha do terreno, no edifício de 4 pisos). As fundações foram executadas em taipa estabilizada e as paredes com 13,40m de altura foram construídas em BTC de 24cm de espessura, igualmente estabilizado com 5% de cimento. Todos os pisos e coberturas foram executados também recorrendo aos BTC, através de abóbadas e cúpulas achatadas.

Este projecto também tem uma forte componente de gestão da água através da modelação da paisagem e da topografia, assim como um sistema natural de tratamento das águas residuais.

Esta Comunidade foi finalista do prémio World Habitat 2000.

Fonte: Auroville Earth Institute. Disponível online em [http://www.earth-auroville.com/vikas\\_community\\_en.php](http://www.earth-auroville.com/vikas_community_en.php)

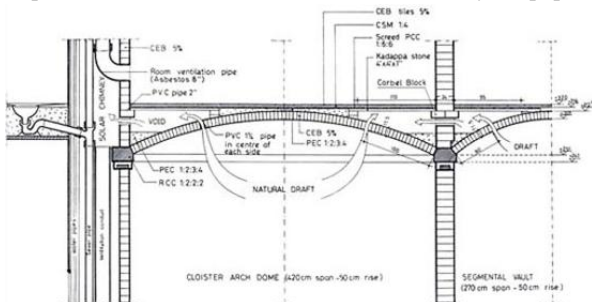


Fig. 180 Vista da Bomba de Vento



Fig. 181 Cozinha Comum



Fig. 182 1º Bloco de 4 apartamentos



Fig. 183 3º Bloco de 13 apartamentos / Quarto / Sala

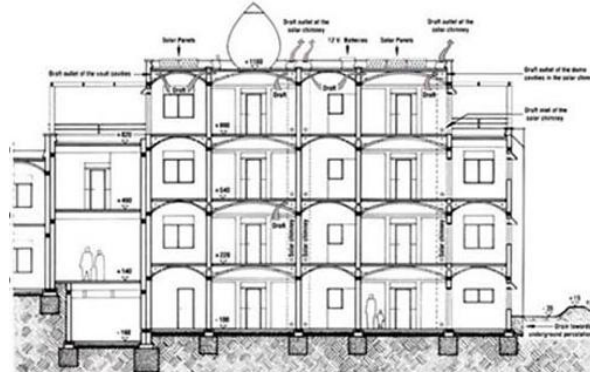


Fig. 184 Corte Transversal e Corte Construtivo



▪ **Centro para os Invisuais, Cidade do México, México (2000)**

Arquitecto: Mauricio Rocha

Área do complexo: 14.000m<sup>2</sup>

O campus é localizado num antigo aterro de material de construção. Foram necessárias grandes operações de modelação do terreno e, de forma a reduzir os custos como matéria-prima, o arquitecto optou por utilizar o próprio solo no enchimento das paredes. O *tapetate* é uma técnica de construção típica do México que usa o solo naturalmente compactado cortado em blocos aplicando-o directamente na construção. Por uma questão de normativas e para possibilitar edifícios de grandes dimensões, os blocos foram usados apenas como alvenaria não portante numa estrutura em betão armado, em que a estereotomia é deixada exposta no exterior sem necessidade de estabilização.

Este projecto reúne também algumas particularidades que tornam mais fácil a orientação no complexo por parte dos invisuais: som, com um canal de água; cheiro, com plantas aromáticas; e textura, com o relevo nas paredes. O próprio contraste entre a luz e a sombra é desenhado para os que ainda possuem graus reduzidos de visão.

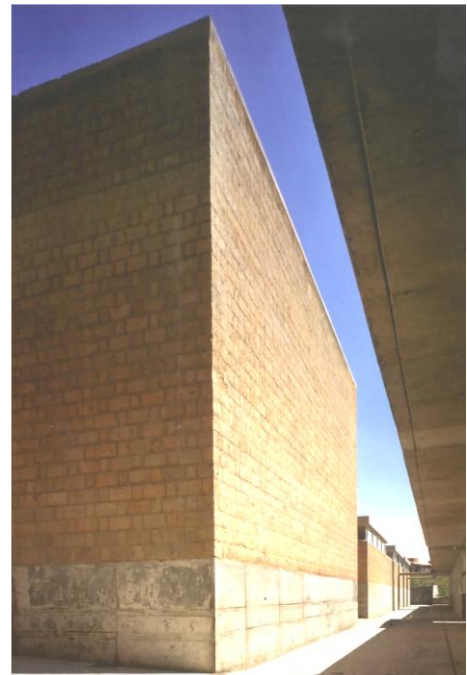


Fig. 185 Planta e Vistas Exteriores

Fonte: RAEL, Ronald - *Earth Architecture*.

▪ **Habitação, La Paz, Bolívia (1999)**

Arquitecto: Raul Sandovar

Área de construção: 84m<sup>2</sup>

Localizada a 3.700m de altitude, os espaços da casa definem-se pela intersecção de 3 abóbadas. A construção é em adobe.

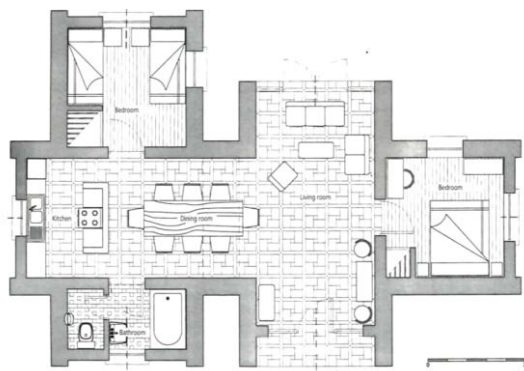


Fig. 187 Planta e Vistas Exteriores

Fonte: MINKE, Gernot - *Building with Earth*.

As coberturas de apenas 30cm de espessura permitem, pela sua inércia, acumular energia térmica durante o dia, transmitindo-a para o interior quando as temperaturas descem à noite. A camada exterior é em reboco de terra protegido com tinta acrílica flexível. As telhas embutidas afastam a água da chuva do embasamento.

▪ **Edifício de Arrumos, Zurique, Suíça (2002)**

Arquitecto: Roger Boltshauser

Este edifício para arrumos serve de apoio ao centro desportivo.

Foi construído com paredes de taipa não estabilizada de 45cm de espessura. Para desacelerar a erosão, a cada 45cm foram adicionadas camadas finas de cimento, tornando mais visível a estereotomia da construção.

A cobertura é feita com uma laje de betão, que prolonga a altura da taipa na clarabóias superiores.

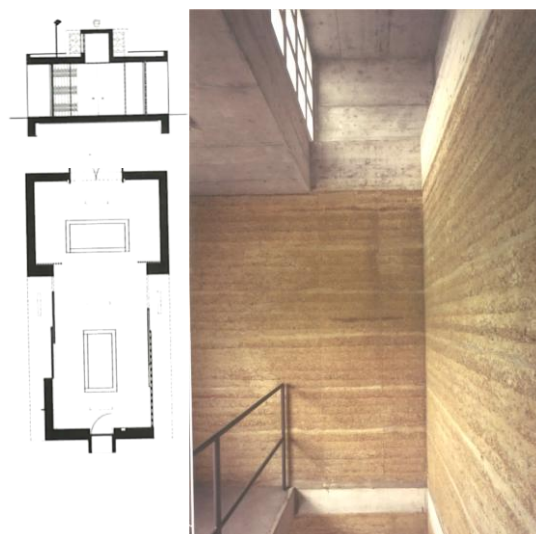


Fig. 188 Vista Exterior / Planta e Corte / Interior

Fonte: RAEL, Ronald - *Earth Architecture*.



▪ **Hobbit House, Wales, Reino Unido (2003)**

Autor: Simon Dale

Área de construção:  $\approx 50\text{m}^2$

Custo: 3.000 £  $\approx$  3.500€ em material

Construída pelo próprio, com a ajuda do sogro e de visitantes e amigos de passagem, em apenas 4 meses (cerca de 1.000-1.500 horas de trabalho).

A casa é semi-enterrada na encosta. A estrutura é em troncos de madeira recolhidos da envolvente formando uma cobertura circular cujas vigas se apoiam no centro de forma recíproca. As paredes, pavimento e cobertura são em fardos de palha, para isolamento, rebocados com cal.

É usada uma cobertura verde para melhor integração na paisagem. A cobertura inclui uma clarabóia e painéis fotovoltaicos para produção de energia. A água provém de uma fonte próxima e a água do telhado é recolhida num lago para rega. As instalações sanitárias são secas, usadas para compostagem, tornando a casa verdadeiramente auto-suficiente.



Fig. 189 em cima: Vista Exterior / Imagens do Interior / Estrutura de Madeira - à esquerda: Vão / Construção em Fardos de Palha / Pátio Exterior

Fonte: Being Somewhere.net. Disponível online em <http://www.beingsomewhere.net/hobbit.htm>.

▪ **Haus Ihlow - Habitação, Alemanha (2005)**

Arquitecto: Eike Roswag

Área de construção: 209m<sup>2</sup>

Custo: 234.000€

Renovação e ampliação (para 180m<sup>2</sup> de área útil) de um antigo celeiro em pedra, numa zona rural nas proximidades de Berlim.

Foi utilizada na construção nova taipa portante de terra estabilizada e rebocada, com espessura de 30cm, respeitando a legislação alemã, tendo um isolamento com placas de fibras de cânhamo. Apesar disso foram conseguidos vãos de dimensão significativa. O piso superior é construído com estrutura em madeira.

A casa possui uma lareira ligada a um sistema de aquecimento embutido nos pavimentos e nas paredes, 60m<sup>2</sup> de painéis solares para aquecimento de água, com capacidade de armazenamento para 4.000 litros e sistema de tratamento das águas residuais que são devolvidas ao próprio terreno.

Este foi um projecto piloto na Alemanha, onde não se construía edifícios com sistemas auto-portantes desde a década de 50. O próprio dono ajudou na construção juntamente com uma equipa de especialistas de forma a manter os custos dentro do razoável, em comparação com os valores obtidos pela construção corrente.

Deste 2005 que este arquitecto tem usado recorrentemente a terra crua em muitos dos seus projectos.

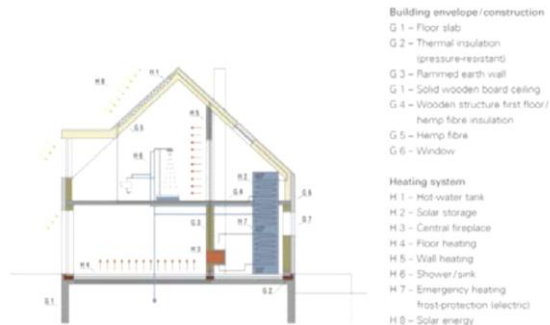


Fig. 190 Fachada Principal Sul / Plantas e Corte / Vista Interior

Fonte: <http://sbd2050.org/project/haus-ihlow-49>.



▪ **Escola em Rudrapur, Bangladesh (2005)**

Arquitetos: Anna Heringer e Eike Roswag

Área de construção: 325m<sup>2</sup>

Custo: 22.835 US\$ ≈ 17.650€

Escola primária construída com sistemas tradicionais do local: terra empilhada estabilizada com palha de arroz e estrume de vaca, no piso térreo, e estrutura em bambu, formando pilares e vigas, no piso superior.

As ligações do bambu são feitas com cavilhas de aço e cordas de nylon.

O embasamento é de tijolo cozido.

O piso inferior contém uma zona de grutas feitas em terra, ligadas entre si, como espaços de recriação para as crianças. O reboco de terra é estabilizado com cal para potenciar a sua luminosidade.

Cortinas coloridas nas portas das salas de aulas dão alegria ao edifício.

O pavimento do piso superior é em bambu, revestido a terra.

As paredes do piso superior são em ripas de bambu, permitindo a ventilação e entrada de luz difusa. A cobertura foi feita com chapa onduladas de zinco.

O edifício foi construído recorrendo a mão-de-obra local, alunos, professores e voluntários europeus.

Fonte: Fundação Agar Khan. Disponível online em <http://www.akdn.org/architecture/project.asp?id=3392>.



Fig. 191 Vista Exterior

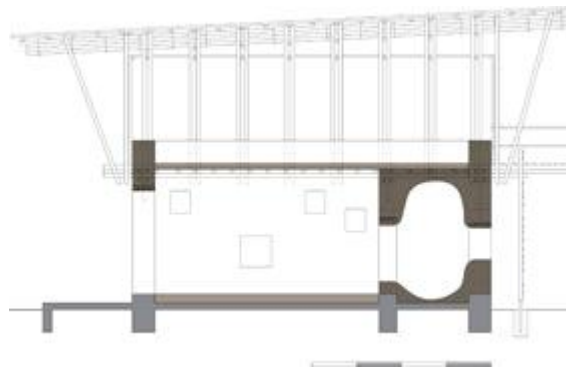


Fig. 192 Corte Transversal



Fig. 193 Estrutura da Cobertura em Bambu



Fig. 194 Piso Inferior em Taipa



Fig. 195 Piso Superior em Bambu

▪ **Casa Peñalolén, Peñalolén, Chile (2005)**

Arquitecto: Marcelo Cortés

Área de construção:  $\approx 100\text{m}^2$

Esta habitação foi construída usando uma interpretação moderna do tabique de terra. A baptizada *quincha metálica* utiliza uma estrutura de vigas metálicas que constituem a estrutura, sendo as paredes definidas por uma rede igualmente metálica.

Toda a estrutura é então protegida com emulsão de asfalto e revestida por uma massa de terra estabilizada com cal apelidada de *tecno-barro*.

O facto de a terra manter a temperatura do aço constante evita patologias provocadas pela dilatação diferenciada dos dois materiais.

Esta estrutura garante uma resistência muito eficaz contra a acção sísmica.

A posição inclinada, não usual, de uma das paredes do edifício cúbico pretende ser uma interpretação moderna para solucionar a ausência de beirais, uma característica típica dos edifícios de tabique. O seu desenho responde às características do local, oferecendo protecção contra a chuva e a acção do vento.



Fig. 196 Vista Exterior / Estrutura metálica e armação em rede / Estrutura rebocada

Fonte: RAEL, Ronald - *Earth Architecture*.

▪ **Back 40 House, Tucson, Arizona, E.U.A. (2006)**

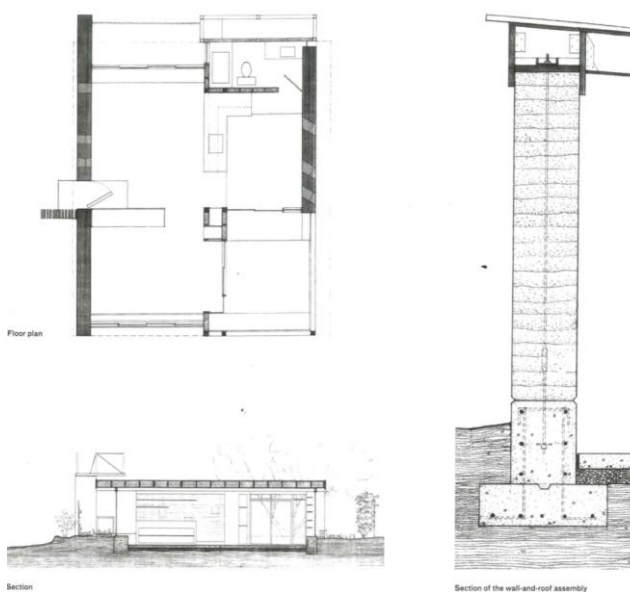
Arquitectos: Andy Powell e Jason Gallo

Área de construção: 70m<sup>2</sup>

O pequeno anexo foi desenhado no âmbito da tese de Andy no quintal da casa dos pais e construída por ele e pelo colega.

O método construtivo foi inspirado nas antigas habitações dos nativos do deserto americano. O piso é, assim, ligeiramente enterrado (60cm) e a terra retirada foi usada na construção das paredes (de 45cm de espessura) em taipa, sendo estabilizada com 4% de cimento.

As janelas são pequenas, com apenas 30cm



de vão de forma a dispensar a verga e diminuir a entrada do calor, e são construídas na diagonal, de modo a captar melhor a luz proveniente de sul no Inverno.

A cobertura é ancorada à fundação através de varões de metal que atravessam todo o centro da parede.

A cobertura possui painéis solares que fornecem as águas quentes e abastecem o piso radiante. As águas são reutilizadas e a água da chuva recolhida para a rega do jardim.

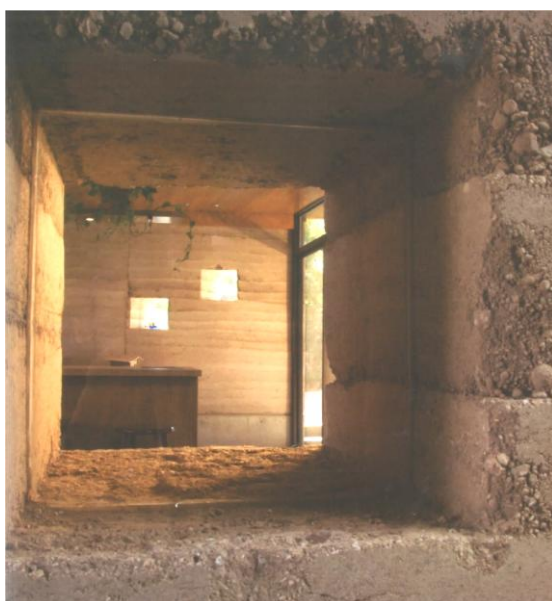


Fig. 197 Vista Exterior / Vista Interior / Planta e Cortes / Janela

Fonte: RAEL, Ronald - *Earth Architecture*.



▪ **Centro Interpretativo Nk'Mip Desert, Osoyoos,  
Colômbia Britânica, Canadá (2006)**

Arquiteto: Hotson Bakker Boniface Haden

Área de construção: 1.115m<sup>2</sup>

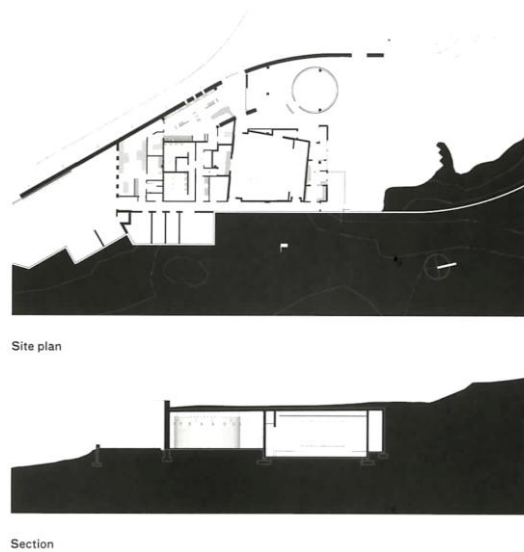


Fig. 198 Fachada Principal / Planta e Corte / Pormenor Construtivo

Fonte: RAEL, Ronald - *Earth Architecture*.

Vencedor de vários prêmios de arquitetura, possui a maior parede em taipa da América, com 80m de comprimento e 5,5m de altura. A parede de 60cm de espessura é na realidade composta por dois panos de taipa com 25cm cada um, tendo no interior uma camada de isolamento que melhora as capacidades térmicas da parede.

A terra foi estabilizada com cimento e vários pigmentos foram adicionados para melhor diferenciar as diferentes camadas, realçando a imagem de sedimentação que se pretendia transmitir.

Um dos factores mais marcantes do projecto é a janela comprida que marca a entrada do edifício.

A cobertura do edifício é ajardinada, proporcionando a manutenção da biodiversidade local.

A temperatura interior é controlada através de um sistema radiante embutido no tecto (arrefecimento) e no pavimento (aquecimento).

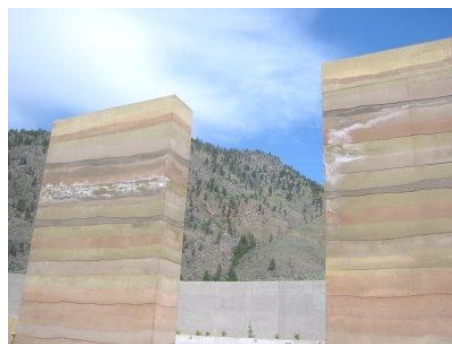
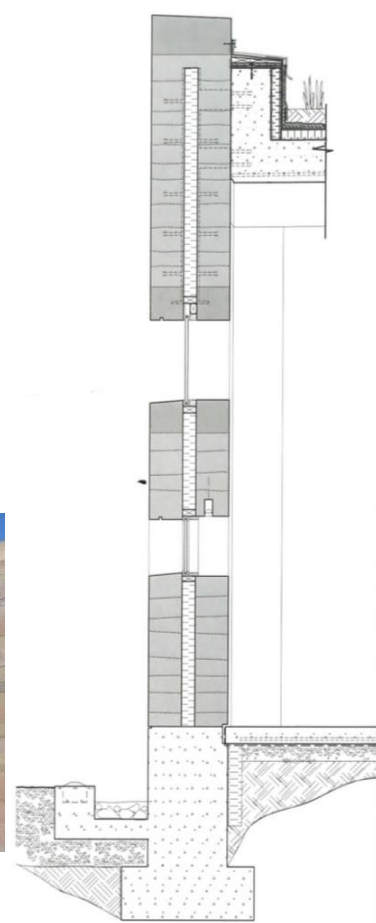


Fig. 199 Eflorescências na Parede

Fonte: <http://rammedearth.blogspot.pt/2006/06/nkmip.html>.



Entre outras

medidas ecológicas, os arquitectos optaram por utilizar madeira manchada de azul (contaminada por um insecto) mais barata e raramente usada em construção.

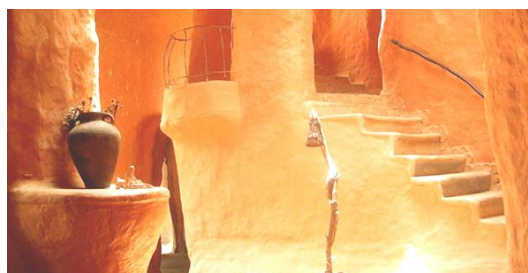
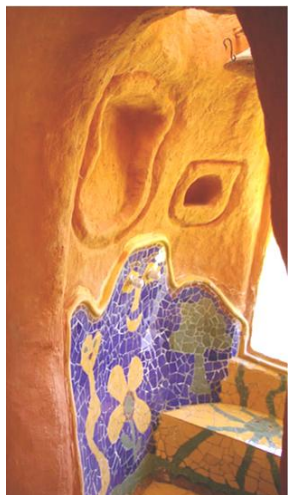
Infelizmente, eflorescências afectaram temporariamente a beleza das paredes (ver Fig. 199).



▪ **Casa Terracota, Vila Leyva, Colômbia (2008)**

Arquitecto: Octávio Mendonza Morales

Área de construção: + de 500m<sup>2</sup>



A casa, desenhada pelo arquitecto e ceramista colombiano, é inspirada pela Natureza e aproxima-se da estética de Gaudí. Tendo sido totalmente construída em cerâmica ao longo de 9 anos, segundo técnicas tradicionais, o barro (cerca de 400 toneladas) é impermeabilizado através do cozimento lento (3 ou 4 dias) com fogueiras de carvão, o que lhe aumenta a resistência. Objectos funcionais em barro cozidos na mesma altura mobiliam a casa ou foram vendidos de forma a ajudar a cobrir os custos da construção.

A habitação possui sala, cozinha, sala de estar, de trabalho, um estúdio e 3 quartos. Praticamente todo o mobiliário é construído como continuidade da casa. Existem pavimentos em ladrilho e aplicações em metal e azulejo. A bancada da cozinha foi acabada com pedaços de vidro partido reciclado da lixeira local fundidos aquando do cozimento da casa. O frigorífico é ecológico e a água é aquecida pelo sol.

Fonte: MINKE, Gernot - *Building with Earth*. Casa Terracota. Disponível online em <http://www.casaterracota.com>.  
NELICUS - Una casa enteramente de barro. Disponível online em: <http://www.estadovital.com/?p=1192>.



Fig. 200 À esquerda em cima: chuveiro / lavatório; À esquerda: clarabóia e candelabro do átrio; De cima para baixo: fachada principal / canteiros no terraço / clarabóia e terraço / escada no átrio / lareira no átrio / quarto

Fonte: <http://www.casa terracota.com>.

▪ **Johanna House, Victoria, Austrália (2005-08)**

Arquitecto: Nicholas Burns

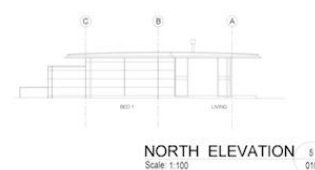
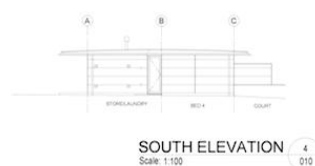


Fig. 201 Pátio central / Plantas / Vista do exterior / Processo Construtivo - Compactação

Fonte: <http://www.archdaily.com/26722/johanna-house-nicholas-burns>.

Este projecto exemplifica bem a abordagem actual da utilização da terra crua em construção na Austrália. A opção de taipa estabilizada à vista na formação das paredes, estrutura em aço, fundação em betão e abundância de vidro, é uma das mais modernas formas de utilização expressiva da terra em construção. A cobertura plana recolhe as águas pluviais, posteriormente tratadas biologicamente e com recurso a filtros de areia, sem quaisquer químicos, de forma a poder ser usada como água potável.

A taipa estabilizada é aqui utilizada num clima de temperaturas amenas, mas de ventos fortes e elevada pluviosidade, na costa tropical australiana.



## ▪ Casa Rauch, Schlins, Áustria (2005-08)

Arquitectos: Martin Rauch e Roger Boltshauser

Nesta habitação desenhada para o próprio arquitecto, a terra do terreno é usada para praticamente toda a construção, dos pisos, às paredes, à cobertura. Os próprios lintéis são feitos em terra armada e até os degraus são feitos com terra armada com rede de aço. A impermeabilização da cobertura é dada pelo cozimento do barro.

Martin Rauch, arquitecto austríaco, desenvolveu uma forma de construção assente na ideia de erosão controlada e aplica-a neste projecto. Segundo esta técnica, cada camada de taipa, não estabilizada, com poucos centímetros, era intercalada com uma camada de placas de barro cozido, argamassa de cal ou cimento<sup>60</sup>. Esta camada não impede a erosão da taipa, mas estabiliza o processo de erosão ao fim de algum tempo, criando uma textura própria nas paredes exteriores.

Esta ideia não será de todo original. Construções tradicionais na Arábia Saudita já tiravam partido desta técnica (ver Fig. 204).

Convém também aqui ressaltar outro aspecto muito importante: Este tipo de "textura" de parede permite que ela tenha sombra projectada sobre si mesma. No Verão, a parede fica protegida do sobreaquecimento, enquanto que no Inverno, com o Sol mais baixo, a parede pode receber e acumular calor.



Fig. 204 Casa Rural Defensiva, Arábia Saudita

As pedras planas incrustadas nas paredes em terra crua permitem evitar o desmoronamento das mesmas com as chuvas (raras mas violentas).

Fonte: DETHIER, Jean (1986). *Arquitecturas de Terra*.

<sup>60</sup> Cada uma destas 3 alternativas foi testada em projectos destintos: as placas de barro na Casa Rauch, a argamassa de cal na parede do cemitério de Eschen, no Liechtenstein, e o cimento na Escola de Agricultura de Mezzana, na Suíça.



Fig. 202 Vista Exterior

Fonte: <http://www.lehmtonerde.at/en/projects/project.php?plID=7>.

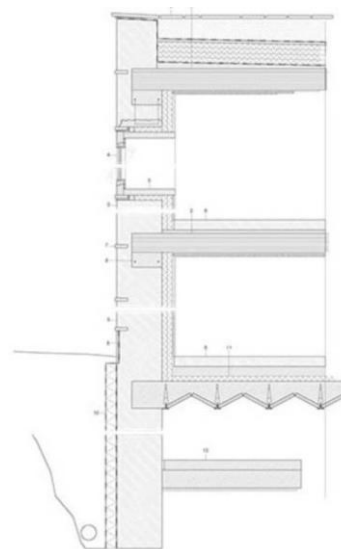


Fig. 203 Corte Construtivo

Fonte: <http://detail-online.com/inspiration/residence-in-schlins-103405.html>.

Este arquitecto desenvolveu também estudos para a produção de elementos pré-fabricados de taipa, tendo sido aplicada uma variante no Museu de Schaulager (ver Fig. 205), dos arq.os Herzog & Meuron.



Fig. 205 Museu de Schaulager, Basileia, Suíça, 2002/03 arq.os Herzog & Meuron

Fonte: <http://www.plataformaarquitectura.cl/2008/05/07/plataforma-en-viaje-arquitecto-a-tu-ciudad-herzog-de-meuron-en-basilea-mario-botta-en-lugano>.

▪ **The Undercroft, Wales , Reino Unido (2009)**



Autor: Simon e Jasmine Dale

Custo: 6.000 £ ≈ 7.000€



Construída na 1ª Ecovila autorizada de Wales, Lammas, durante o período de Setembro a Dezembro, com a ajuda de voluntários. Os acabamentos, com a clarabóia, a



cozinha, casa de banho entre outros, só foram terminados no ano seguinte.

Mais uma vez a lógica construtiva foi semelhante ao projecto anterior, mas neste caso, uma estufa exterior, adossada à habitação, constitui uma solução muito interessante de protecção dos paramentos exteriores, permitindo a entrada de luz e simultaneamente armazenando o calor no interior da habitação.



Fonte: Being Somewhere.net. Disponível online em <http://www.beingsomewhere.net/undercroft.htm>.

Fig. 206 Vista Exterior / Vista Exterior no Inverno / Sala Interior / Estufa / Entrada / Estrutura da Cobertura com Clarabóia



▪ **Casa Munita Gonzalez, Batuco, Santiago, Chile (2010)**

Autor: Arias Arquitectos + Surtierra Arquitectura

Área: 275m<sup>2</sup>

Construída para uma família de seis, os espaços desenvolvem-se em 2 pisos, sendo a sala/cozinha e o quarto principal no piso térreo, enquanto que as crianças têm os seus espaços no piso superior com 3 quartos.

A casa foi construída com estrutura metálica, mas todo o preenchimento das paredes é feito com taipa ou painéis de terra leve com malhas metálicas (*Terra-Panel*). Também as madeiras utilizadas são recicladas para diminuir a pegada ecológica do edifício.

A fachada norte, que dá acesso ao pátio exterior, é projectada para protecção dos vãos e a este é feito um corte oblíquo no

volume do edifício, uma vez que se trata da fachada mais exposta à intempérie. A cobertura é trabalhada de forma a permitir mais entradas de luz.

Fonte: ArchDaily. Disponível em WWW:<URL:<http://www.archdaily.com/379734>>.



Fig. 207 Vista Exterior (Norte) / Plantas / Construção da Cobertura / Construção / Interior da Sala / Vista Exterior da Entrada (Sul)



### 5.3.2 Em Portugal

Como já foi referido, a partir dos anos 50, com a generalização do betão armado e do tijolo, a construção em terra crua praticamente desapareceu em Portugal. Apenas nos últimos 15 anos, a construção em terra está a voltar, sobretudo no sul de Portugal, principalmente como forma de desenvolver a imagem arquitectónica turística do Alentejo e Algarve, com alguns empreiteiros locais a desenvolverem este tipo de construção, melhorando a situação de concorrência face ao sistema construtivo corrente.

Esta é uma lista de alguns dos técnicos ligados à área da construção em terra em Portugal (fornecida pela associação Centro da Terra, em 2003/4<sup>61</sup>, assinalados estão alguns que assumiram maior destaque nas pesquisas para este trabalho):

<b>Arquitectos:</b>			
<u>Alexandre Bastos</u>	Guilherme Quintino	Maria da Luz	Rui Costa
António Freitas Tavares	Helena Catarino	Maria Fernandes	Rui Mateus
Catarina Pereira	<u>Henrique Schereck</u>	<u>Mariana Correia</u>	Sandra Pereira
Cláudia Weigert	<u>José Alegria</u>	Miguel Mendes	Sofia Lemos
Eduardo Carvalho	José Mascarenhas	Miguel Rocha	Susana Sequeira
Fernando Pinto	José Trindade Chagas	<u>Nuno Santos Pinheiro</u>	<u>Teresa Beirão</u>
Fernando Varanda	Leonor Nobre	Patrícia Bruno	<u>Vera Schmidberger</u>
Francisco Freire	Luís Branco Santiago	<u>Patrícia Lourenço</u>	<u>Victor Mestre</u>
Gonçalo Gardete	Luís Gama	<u>Pedro Correia</u>	
Graça Jalles	Madalena Carmona	Rogério Seródio	
<b>Engenheiros:</b>			
<u>António Eusébio</u>	<u>Jorge de Brito</u>	Maria Goreti Margalha	
Jacob Merten	José Veiga	<u>Maria Motta</u>	
<b>Construtores:</b>			
Constantin Van Humbolt	José Brito	Jurgen Sandek	Peter Vogel

Portanto, Portugal ainda está a dar os primeiros passos no que toca à arquitectura em terra crua. A maioria dos projectos concentra-se no concelho de Odemira uma vez que este município defende e incentiva a construção em taipa, de forma a manter viva essa tradição como atrativo turístico da região. Apesar disso, a ausência de legislação adaptada à construção com terra crua faz com que a taipa seja usada sem função estrutural, usando-se "obrigatoriamente" a estrutura corrente de betão armado para conferir a necessária resistência aos sismos.

A comunicação social<sup>62</sup> e a facilidade de divulgação de informação e iniciativas através da Internet também tem tido um forte papel na divulgação da arquitectura de terra.

<sup>61</sup> Fonte: GALANTE, Sérgio Pereira. *A Construção em Taipa e a Reciclagem de Materiais*.

#### ▪ Atelier, S. Luís, Odemira (1993-95)

Arquitecto: Alexandre Bastos

Área de Construção: 110m<sup>2</sup>

Custo da Taipa: 597.000\$00 (incluindo gravilha de 16.000\$00)



Fig. 208 Atelier, Odemira, 1993/95, arq. Alexandre Bastos

Fonte: <http://arquitecturasdeterra.blogspot.pt>.

O arq. Alexandre Bastos foi talvez dos que deu os primeiros passos no renascimento da arquitectura de terra em Portugal<sup>63</sup>, quando, em 1993, se propôs desenhar um edifício para seu atelier integrando materiais e técnicas locais, como a taipa.

A construção foi levada a cabo por um antigo mestre taipeiro, o Sr. José Maria Manuel.

Segundo o arquitecto, a construção ficou mais barata do que se em construção corrente devido ao baixo custo da matéria-prima, que compensa largamente o custo em mão-de-obra.

A terra utilizada foi, metade retirada dos próprios caboucos do edifício (cerca de 44m<sup>3</sup>) e metade retirada de uma área de 500m<sup>2</sup> da propriedade arada para o efeito (com maior quantidade de matéria orgânica), evitando desnecessárias remodelações na paisagem. A esta mistura foi adicionada gravilha na proporção de 1 de gravilha para 10 de terra. O pilão pneumático foi testado mas preterido por não permitir detectar o momento de compactação óptima. No total a construção da taipa demorou 33 dias (entre fim de Maio, início de Julho).

As fundações foram executadas em betão ciclópico, com 1m de largura, sendo o embasamento com apenas 55cm de largura erguido 15cm acima do nível do solo. Este é um dos poucos exemplos em que não foi utilizada armação metálica embutida na estrutura, com excepção do pórtico em betão armado. A ligação entre a última fiada de taipa e a cobertura é feita através de gatos.

A taipa após a secagem foi lavada e rebocada, nas áreas definidas pelo arquitecto, apenas no verão seguinte. O reboco exterior é feito de cal hidráulica, com 1/3 da cal em cimento, e traço em areia de 1:4, afagado a régua ou talocha, enquanto que no interior, foi usada cal hidratada com areia, com traço de 1:3, afagada à colher.

Como primeira experiência, este projecto permitiu ao arquitecto detectar muitas das melhorias que podem ser feitas neste método construtivo (ex.: dimensão dos taipais, cor e dimensão da gravilha, etc.)

---

<sup>62</sup> Como exemplo temos um episódio do programa "Máquina do Tempo" realizado pela TVI24 sobre a arquitectura de terra, no passado e no presente, disponível para visualização em <http://www.tvi.iol.pt/videos/13835727>.

<sup>63</sup> O arq. José Alegria dedicou-se ao estudo da arquitectura de terra crua a partir de 1978, tendo feito um estágio profissional bastante longo em Marrocos. Os seus projectos têm uma profunda influência mediterrânea. Fonte: <http://www.cm-castromarim.pt/site/images/castromarim/revista/NoticiasCM11.pdf>.



▪ **Herdade da Matinha, Santiago do Cacém (1997)**

Arquitectos: Alexandre Bastos e Teresa Beirão

Este projecto trata-se de uma reconstrução para turismo rural composta por dois edifícios. A casa de cima possui 3 suites e 7 quartos, enquanto que a casa de baixo tem 2 suites e 4 quartos duplos.

Na casa de baixo foi construído um segundo piso e toda a estrutura assenta em pilares metálicos exteriores ao edifício. Alguns terminam em colunas de madeira, acentuando a justaposição entre o novo e o velho.

Na casa de cima é visível a harmoniosa interligação entre os mactios



Fig. 209 Casa de Baixo / Casa de Cima / Sala da Casa de Cima

Fonte: PONTE, Maria Manuel Correia Costa da - *Arquitectura de Terra: o desenho para a durabilidade das construções*.



Fig. 210 Casa de Cima / Sala da Casa de Cima

Fonte: <http://www.herdadedamatinha.com>.

pilares de taipa e as vigas feitas de troncos de árvore também mactios.



▪ **Mercado de S. Luís, S. Luís, Odemira (1998)**

Arquitectos: Alexandre Bastos e Teresa Beirão

De design contemporâneo, construído em taipa com fundação em betão armado, este mercado destaca-se pelas suas vastas áreas de superfície de terra crua exposta.

Infelizmente, em apenas 11 anos já apresentava alguns sinais de degradação

(arrastamento dos finos da terra e descolamento dos rebocos), provavelmente um sinal da ausência de manutenção que edifícios em terra crua não podem dispensar.



Fig. 211 Vistas Exteriores e Detalhe de Deterioração da Fachada

Fonte: [http://theroofabovemyhead.blogspot.pt/2009\\_08\\_01\\_archive.html](http://theroofabovemyhead.blogspot.pt/2009_08_01_archive.html).



Fig. 212 Vistas Exteriores das Fachadas

Nestas imagens de 2011/12 pode-se ver o "remendo" da superfície deteriorada com cimento. Uma visita ao local no dia 22/09/2013 permitiu encontrar uma situação em tudo semelhante, tendo o cimento superficial apenas servido para aumentar a deterioração da taipa.

Observou-se também que a forma dos peixes, em baixo-relevo, estabilizada com reboco que se supõe ser de terra e cal, e as leitadas de cal entre as camadas de taipa apresentam superfícies resistentes à intempérie e perfeitamente estabilizadas.

Fonte: [http://theroofabovemyhead.blogspot.pt/2009\\_08\\_01\\_archive.html](http://theroofabovemyhead.blogspot.pt/2009_08_01_archive.html).

▪ **Habitação, Pica Noz, Odeceixe, Aljezur (2002)**

Arquitecto: Henrique Schreck

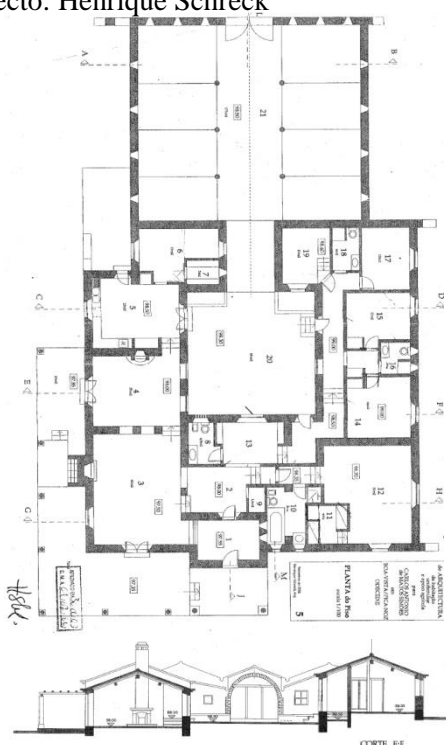


Fig. 213 Planta e Corte / Vista Exterior / Sala / Asna da Cobertura / Pátio Central

Fonte: PONTE, Maria Manuel Correia Costa da - *Arquitectura de Terra: o desenho para a durabilidade das construções*.

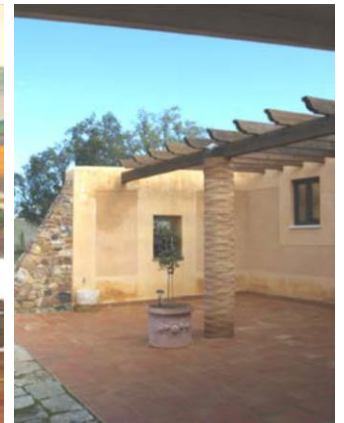
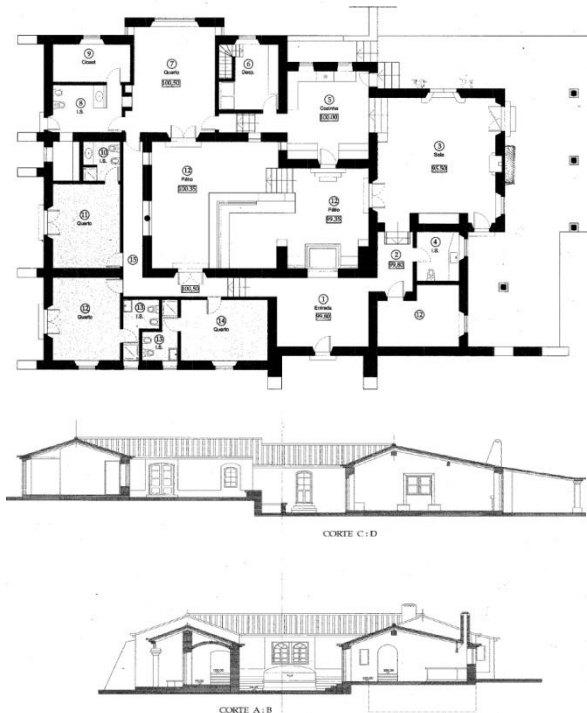
Este arquitecto começou a projectar em terra só a partir da década de 90, após ter feito a reconstrução de uma antiga casa em taipa, em 1988, quando já tinha 20 anos de experiência como arquitecto. Construiu a sua própria casa como extensão de um monte alentejano uns anos mais tarde e este é um exemplo da sua interpretação do que deve ser a taipa de carácter moderno no Alentejo.

O edifício é construído em taipa sendo toda rebocada e caiada de branco, com excepção de algumas áreas rectangulares seleccionadas, formando como que quadros expando a textura e cor da taipa. A cobertura do telhado é suportada por asnas de madeira apoiadas em colunas de betão. Existe também um uso extensivo do tijolo de burro nas colunas exteriores e na abóbada de entrada.



▪ Turismo Rural, Cerro da Borrega, Odemira (2002)

Arquitecto: Henrique Schreck



As paredes são construídas em taipa unida superiormente por uma viga em betão armado. Um dos tectos é construído com tijolo de burro, com a forma de uma abóbada, que descarrega as suas cargas sobre contrafortes de xisto, cuja textura se reflecte no interior. No exterior estes gigantes de xisto aparente tornam-se definidores de espaços, aumentando a sua privacidade.

O reboco em cal exterior é colorido com pigmentos naturais.

Fig. 214 Planta e Corte / Vistas Exteriores e Interiores  
Fonte: PONTE, Maria Manuel Correia Costa da - *Arquitectura de Terra: o desenho para a durabilidade das construções.*

▪ **Habitação, Caldeirinha, Troviscais, Odemira (2002-03)**

Arquitecto: Alexandre Bastos



Fig. 216 Vista Exterior e Perspectivas da Sala

Fonte: [http://poeticadaterra.blogspot.pt/2009\\_05\\_01\\_archive.html](http://poeticadaterra.blogspot.pt/2009_05_01_archive.html).

Uma das características desta construção são as suas grandes superfícies de taipas sem a protecção do reboco, deixando a sua textura à vista, incluindo as camadas de assentamento entre as fiadas de taipa. Apenas as áreas mais sensíveis são protegidas com reboco de cal, como o embasamento alto e a cobertura, acentuando a horizontalidade do edifício.

À construção tradicional em taipa é adicionada uma viga de coroamento em betão e tirantes metálicos, que impedem o afastamento das paredes.



Fig. 215 Vistas Exteriores

Fonte: PONTE, Maria Manuel Correia Costa da - *Arquitectura de Terra: o desenho para a durabilidade das construções*.



Fig. 217 Vista Exterior

Fonte: <https://sites.google.com/site/roofabovemyhead/exemplos/taipa>.



### ▪ Habitação, Salvada, Beja (2006)

Arquitectos: Bartolomeu Costa Cabral, João Gomes e Mário Anselmo Crespo  
Área de Construção: 550m<sup>2</sup>

A casa é construída através de uma estrutura reticulada em betão armado que é preenchido com a taipa (260m<sup>3</sup> de terra das próprias fundações). No exterior, uma longa parede de taipa possui uma abertura permitida por um lintel de aço muito fino. Foram também usados rebocos de cal e caição com pigmentos naturais para protecção dos paramentos exteriores. Os pavimentos são em madeira, tijoleira artesanal e auto-nivelante. A cobertura em vigas de madeira e betão armado é protegida por remates em zinco e isolada com 5cm de água e lajetas isolantes, criando uma caixa de ar de ventilação controlada. A casa é auto-suficiente: a água provém do poço, o aquecimento dos painéis solares, a electricidade dos painéis fotovoltaicos, fossa para os esgotos e recolha das águas pluviais em cisterna.



Fig. 218 Vista Exterior e Pormenor do Tecto

Fonte: [http://www.betaoetaipa.pt/obras\\_detail.php?obra=habitacao\\_em\\_beja#](http://www.betaoetaipa.pt/obras_detail.php?obra=habitacao_em_beja#).

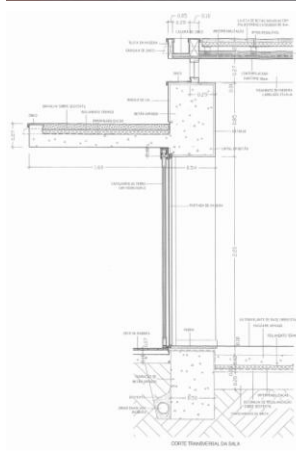


Fig. 219 Vista Exterior / Vista Interior / Muro Exterior em Taipa / Vista das Coberturas / Cortes Construtivos

Fonte: PONTE, Maria Manuel Correia Costa da - *Arquitectura de Terra: o desenho para a durabilidade das construções*.

▪ **Adega, Herdade do Rocim, Cuba (2007)**

Arquitecto: Carlos Vitorino

As paredes de taipa estabilizada com 10% de cimento branco ( $660\text{m}^3$  de terra), com 10m de altura e 60cm de espessura, revestem as paredes de betão conferindo ao edifício não só a sua imagem mas também as condições térmicas ideais para a produção do vinho.

Nos seus pontos mais sensíveis (nos topos e vãos) a taipa é protegida com elementos metálicos.



Fig. 221 Vista Exterior

Fonte: PONTE, Maria Manuel Correia Costa da - *Arquitectura de Terra: o desenho para a durabilidade das construções*.



Fig. 220 Vista Exterior / Transporte da Terra / Estrutura dos Taipais Deslizantes

Fonte: [http://www.betaoetaipa.pt/obras\\_detail.php?obra=herdade\\_do\\_rocim](http://www.betaoetaipa.pt/obras_detail.php?obra=herdade_do_rocim).



## ▪ Habitação, Arruda dos Vinhos (2005-08)

Arquitectos: Plano B Arquitectos

Área de construção: 60m<sup>2</sup>



Este foi um projecto de 2005/06 para a reconstrução de uma arrecadação em ruínas que só foi executado em 2007, em grande parte com mão-de-obra voluntária atraídos pela dinamização de workshops de construção de tabiques.

Sendo localizado numa reserva ecológica, não era possível aumentar o volume de construção pelo que se optou pelo desenho de uma única divisão.

Os materiais utilizados foram os originais: a madeira compõe a estrutura, a terra é usada no enchimento, segundo a técnica de tabique, e a pedra na fundação. Para além destes materiais foi usado cortiça como isolamento térmico das paredes, madeira nos portões e no deck da cobertura (reutilizado e que teve de ser substituído 3 anos depois), metal para os vãos e rufos e asfalto como impermeabilização do caminho de acesso à casa. O piso interior consiste numa betonilha afagada selada com uma resina acrílica. A grande característica desta habitação e que contribui para a sua imagem foi a opção de fazer a protecção das paredes de terra pelo exterior com placas de polycarbonato onduladas. Já o interior, com o ripado em madeira foi rebocado com cal.

Já desde 2002 que este grupo de arquitectos tem vindo a usar a terra nos seus projectos mas este é, talvez, um dos projectos de terra em Portugal com maior destaque no país, e mesmo no estrangeiro.

Fig. 222 Planta / Composição da Fachada / Detalhe da Fachada / Vista Exterior / Estrutura de Madeira em construção / Acesso ao Deck Superior / Aplicação da Terra no Tabique

Fonte: <http://planob-arruda.blogspot.pt>.

### ▪ Centro de Monitorização de ETAR, Évora (2010)

Arquitecto: João Alberto Correia

Este pequeno edifício de um piso é composto por paredes de taipa independentes, encimadas por uma cobertura plana em aço corten. Os grandes envidraçados são protegidos por elementos horizontais também em corten. A face exterior da taipa é impermeabilizada com uma camada de silicone que a mantém permeável ao vapor.



Fig. 223 Vista Exterior

Fonte: <http://arquiteturaportuguesa.blogspot.pt/2013/03/evora.html>.

Galardoado com o prémio "Outstanding Earthen Architecture in Europe 2011", atribuído pelo International Council on Monuments and Sites (ICOMOS), organizado no âmbito do projecto TERRA (In)cognita, liderado Ecole D'Avignon, França<sup>64</sup>.

---

<sup>64</sup> Fonte: Outstanding Earthen Architecture in Europe 2011. Disponível em WWW:<URL:[http://www.culture-terra-incognita.org/best\\_label](http://www.culture-terra-incognita.org/best_label)>.



## VI - Proposta de Intervenção no Bairro do Barruncho

O Bairro do Barruncho, no concelho de Odivelas, é um bairro de génese ilegal constituído na sua maioria por habitações precárias e sem infraestruturas. No contexto das políticas de irradiação dos bairros de barracas (de grande presença no concelho de Odivelas), o Bairro do Barruncho foi declarado, em 2009, Área Crítica de Recuperação e Reconversão Urbanística (ACRRU)<sup>65</sup> facilitando a intervenção da Administração Pública na implementação dessas políticas.

Os terrenos foram, nesse sentido, expropriados aos seus donos actuais (a família França), de acordo com a legislação portuguesa, ficando apenas a faltar o pagamento da respectiva indemnização aos proprietários, pela Junta de Freguesia de Póvoa de S. Adrião, segundo o que foi estipulado pelo tribunal.

No entanto, a situação tem-se arrastado, principalmente devido à falta de verbas, pelo que actualmente o bairro continua a apresentar condições de salubridade deficitárias, e tendo as autoridades, inclusivamente, dificuldade em conter a sua progressiva expansão<sup>66</sup>.

É neste contexto que é solicitada a colaboração da Faculdade de Arquitectura da Universidade Técnica de Lisboa, e dos seus alunos, no sentido de contribuir com os seus conhecimentos e espírito crítico para uma reflexão distinta sobre o problema e que possam, por sua vez, informar a proposta de soluções concretas (projectos urbanos e arquitectónicos).

---

<sup>65</sup> Para mais detalhes pode-se consultar os *Termos de Referência para a Elaboração do Plano de Pormenor de Reabilitação Urbana do Sítio do Barruncho*, de Abril de 2009.

<sup>66</sup> Todas as novas construções são interditas e as que, por ventura, surgirem são demolidas após notificação dos residentes. Também as habitações abandonadas pelos moradores nelas registados são destruídas, permanecendo apenas os escombros. Apesar disso, o fenómeno da imigração continua a trazer novos moradores para o bairro de uma forma praticamente constante, muitos deles familiares dos actuais residentes, criando uma situação difícil de sustentar.

## 6.1 O Bairro

O conceito primário de bairro é "um conjunto de edificado habitacional (ou conjunto de habitações) com características semelhantes (no fundo, aquilo que permite à população que o habita, ou a terceiros, reconhecer ou seus limites)"<sup>67</sup>. No entanto, outros aspectos interagem e influenciam esta definição tais como a dimensão, as relações interpessoais que se estabelecem, os equipamentos associados ou mesmo a organização espacial, entre muitos outros, tornando a questão mais difícil de generalizar e dando origem a diferentes interpretações<sup>68</sup>, associadas às diferentes escalas de grandeza, da cidade à rua.

Em Portugal, a visão de bairro está intimamente ligada ao fenómeno dos bairros criados aquando da migração rural do início do séc. XX<sup>69</sup> e dos bairros de habitação social do Estado Novo e do Pós-25 de Abril, isto sem desprezar, claro, a importância dos bairros históricos no imaginário colectivo.

Os momentos anteriormente mencionados são muito distintos entre si e resultam em intervenções no tecido urbano das cidades de modo bastante díspar.

No início do séc. XX, a carência de habitação nas cidades, provocadas pelo afluxo da população rural, necessária como mão-de-obra para o desenvolvimento da indústria, foi primeiramente solucionada através da ocupação dos conventos e palácios abandonados ou em ruína. No entanto, rapidamente tal se revelou insuficiente e foram os próprios industriais a fornecer alojamento aos seus trabalhadores em troca de uma renda, conseguindo, assim, mais uma fonte de lucro. Muitos bairros operários foram assim construídos sem qualquer preocupação em termos de salubridade. No entanto, outros foram os industriais beneméritos<sup>70</sup> que tentaram melhorar significativamente a vida destas pessoas. Inspirados, por ventura, em muitas das utopias desenvolvidas no século anterior (como o Falanstério, idealizada pelo filósofo Charles Fourier no

---

<sup>67</sup> DUARTE, Susana; TATO, Filipa. *O Bairro - Considerações Metodológicas*. Trabalho produzido no âmbito da disciplina de Teoria da Arquitectura - FAUTL, orientado pelo prof. Gorjão Jorge. Dezembro de 2010.

<sup>68</sup> Um bom trabalho de reflexão sobre esta temática é *Como definir o Bairro? Uma Breve Revisão* de Josué Alencar Bezerra.

Outro autor, António Gonçalves, em *Os bairros urbanos como lugares de práticas sociais* salienta, dentro da visão social do bairro, as políticas de homogeneidade e heterogeneidade cultural dos bairros, uma temática muito longe de ser vista de forma consensual, e que se aplica claramente ao bairro do Barruncho. Por um lado, não existe necessidade de mais habitação do que a que já existe, logo só se deveria construir o número suficiente de habitações para os residentes, o que ajudava a manter os laços sociais e de entreajuda; por outro, não se pretende refazer o bairro como um gueto, mas atrair novos residentes de forma a criar uma população heterogénea, ajudando a combater o estigma social, mas tornando, segundo outros pontos de vista, a cidade mais impessoal, retirando a identidade que a caracterizava.

<sup>69</sup> Para uma ideia geral do contexto da altura pode-se consultar o pequeno texto do arquitecto Nuno Teotónio Pereira que tenta sintetizar as tipologias das vilas operárias, *Pátios e Vilas de Lisboa, 1870/1930: A Promoção Privada do Alojamento Operário*, in: "Análise Social", nº 127, Vol. XXIX, 1994, p. 509-524. Disponível online em: <http://analisesocial.ics.ul.pt/documentos/1223376980G9tRH8gg4Lc58CZ0.pdf>.

<sup>70</sup> Saliente-se aqui o Bairro Estrela D'Ouro, construído em 1908 por Agapito Fernandes, de origem galega, segundo o projecto do arquitecto Norte Júnior.

início do séc. XIX), estas iniciativas de habitação operária acabavam por, consciente ou inconscientemente, impor às recém-chegadas populações rurais os modelos culturais que se consideravam adequados à vida na cidade, usando a arquitectura como mecanismo activo na passagem de camponês a cidadão.

Já as intervenções dos anos 30, 40 e 50 devem-se a projectos, não de iniciativa privada, mas sim, de iniciativa pública. As carências habitacionais mantinham-se pelo que o Estado, nesta altura, o regime ditatorial de Salazar, assumiu como estratégia política a construção dos chamados bairros de "casas económicas", como forma de solucionar o problema.

Grandes porções de terreno foram expropriados pelo engenheiro Duarte Pacheco, no que era, na altura, a periferia da cidade de Lisboa. Nelas foram construídos alguns destes bairros, normalmente moradias geminadas, promovendo uma filosofia de "semi-ruralidade" que correspondia à moral que era defendida pelo regime salazarista. As casas eram atribuídas preferencialmente a famílias ligadas ao partido, aos sindicatos e à classe militar, tendo por base a sua dimensão e recursos económicos. As rendas fixas eram normalmente baixas e os moradores apenas teriam a posse plena das habitações ao fim de 20 anos<sup>71</sup>.

Alguns destes bairros - como é o caso do bairro da Encarnação (o de maior dimensão construído na altura) - se anteriormente eram desvalorizados por estarem completamente dissociados da cidade (durante muito tempo, os transportes públicos não serviam estes bairros) e devido à negativa associação com a imagem de "casas económicas", agora, pelo contrário, são extremamente valorizados por serem habitações de desenvolvimento horizontal em plena cidade.

O único inconveniente que, curiosamente, parece aplicar-se a todos estes bairros é o facto de, na sua concepção, não ter sido considerado o conceito do automóvel<sup>72</sup>.

---

<sup>71</sup> Até ao fim desse período as casas não podiam ser alteradas, vendidas ou alugadas a terceiros e as famílias tinham de apresentar um comportamento exemplar, de acordo com a ideologia do regime, que pretendia famílias estáveis, tranquilas e obedientes.

<sup>72</sup> Dir-se-ia que o espírito de bairro e a qualidade de vida a ele associado é favorecido na mesma medida em que a utilização do automóvel é desincentivada ou constrangida. Uma interessante linha de investigação seria aferir qual o real papel do automóvel na formação, ou não formação, de um bairro.

## 6.2 Análise do Lugar

### 6.2.1 Localização e Caracterização

O bairro do Barruncho localiza-se, como já foi referido no concelho de Odivelas, freguesia de Póvoa de Santo Adrião (ver Fig. 225).

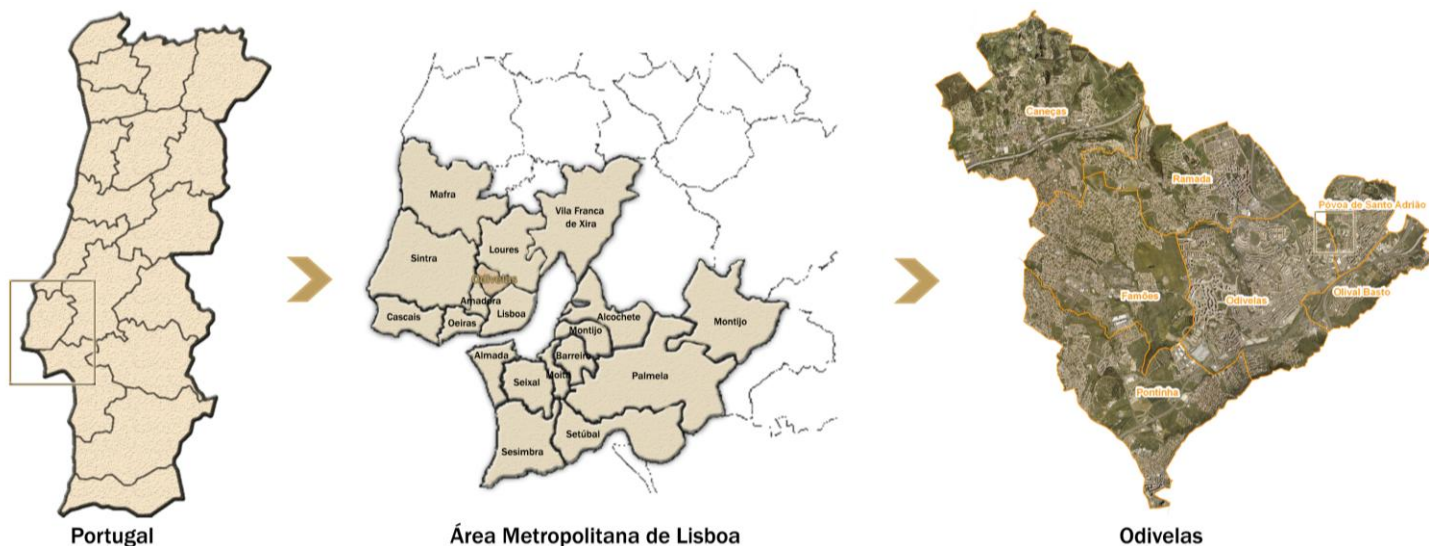


Fig. 225 Localização do Bairro do Barruncho

Descrevendo o bairro de uma forma muito breve, pode-se dizer que se situa no limite da freguesia, com o núcleo mais denso do bairro numa encosta bastante declivosa, nas "traseiras" da escola do 2º e 3º ciclo, uma área, assim, bastante propícia a este tipo de ocupações ilegais, a maioria dos anos 80 e 90, apesar de as primeiras casas, fruto de migração



Fig. 224 Bairro do Barruncho - Vista de Sul

No ponto mais alto do bairro, junto à entrada Oeste, encontra-se a antiga fábrica de peles, actualmente devoluta.



Fig. 226 Vista do Bairro para o Muro da Escola



portuguesa, terem sido construídas entre 1945 e 1965 (ver Fig. 224 e Anexo 6, 7 e 8). Do lado oposto do vale existe um outro bairro, o da Mimosa, também de gênese ilegal, mas cuja qualidade construtiva e infraestrutura urbana ainda permitiu ainda a sua "legalização".



Fig. 227 Hortas Urbanas

O bairro do Barruncho, pelo contrário, encontra-se em condições de forte degradação, com raras exceções (ver Anexo 9), existindo falta de limpeza e saneamento. A ausência de verdadeiros espaços públicos é também outro problema (ver Fig. 226). O único ponto que parece destacar-se como potencialidade é a existência de hortas urbanas (ver Fig. 227), exploradas pelos moradores do bairro e dos arredores como auxílio à sua própria subsistência.

## 6.2.2 Caracterização Socio-Económica

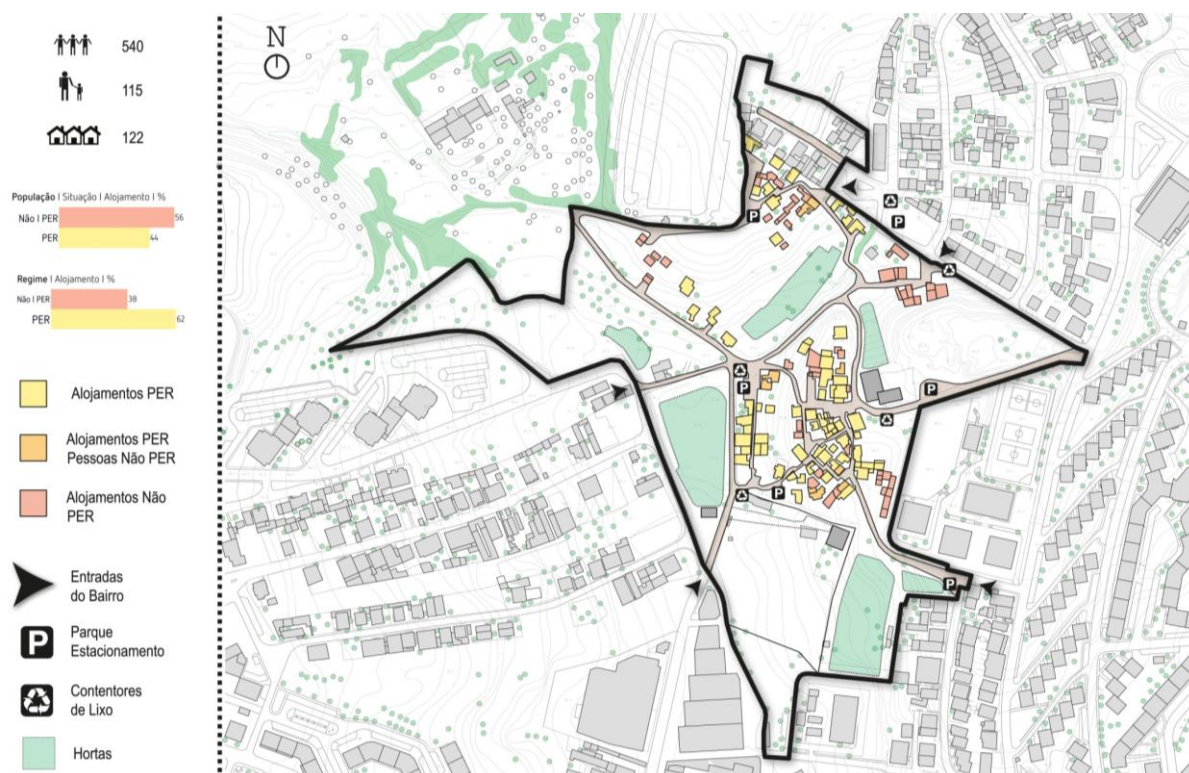


Fig. 228 Alojamentos e População Residente, segundo o PER

Fonte: MIARQ 5ºD - *Análise do Bairro do Barruncho*.

Como o bairro está integrado no Programa Especial de Realojamento (PER), estudos são feitos com alguma regularidade para sondar os moradores e aferir a evolução do bairro<sup>73</sup>.

<sup>73</sup> Um dos últimos documentos de referência neste sentido é o trabalho de estágio curricular do curso de Serviço Social de Ana Mafalda Tomás, *Realojamento Social em Portugal - Estudo sobre as expectativas e*

Segundo o último estudo realizado (2008), o bairro é constituído por 122 habitações, das quais 38 foram construídas após o "recenseamento" do programa PER (1993), em que vivem 540 pessoas, organizadas em 115 agregados familiares (ver Fig. 228). Muitos dos novos habitantes são, não só fruto da natalidade elevada, mas imigrantes recentes (muitos deles familiares dos antigos residentes) que se instalam no bairro na esperança de serem integrados no programa de realojamento.

No que toca à escala etária, o bairro é marcadamente jovem. Mais de metade da população tem até 24 anos, com uma percentagem significativa de menores em idade escolar, e a restante enquadra-se na sua maioria na faixa dos 40 anos. Não existe grande discrepância no equilíbrio entre a população do sexo feminino e masculino (ver Fig. 229).

Apesar disso, e de se tratar de um bairro de modesta dimensão, a população é, ainda assim, relativamente heterogénea e divide-se, de uma forma geral, em três etnias principais, a portuguesa, dos primeiros residentes, actualmente os mais idosos, a cigana, uma "família alargada" que se mudou para o bairro recentemente, por ter perdido a sua casa, e a comunidade africana, na sua esmagadora maioria, cabo-verdianos, que correspondem a quase metade dos residente (saliente-se aqui que muitos deles já possuem nacionalidade portuguesa) (ver Fig. 230 e 231).

A nível dos agregados familiares existe uma grande diversidade. O número de elementos por agregado varia entre 1 e 14, nas famílias mais alargadas. No entanto, mais de 60% vivem em agregados entre 2 e 5 elementos. As tipologias familiares refletem esta disparidade existindo mesmo agregados familiares constituídos por elementos sem relação de parentesco entre si. A situação mais comum é a família monoparental e as famílias constituídas por casal e filhos/descendentes (ver Fig. 232).

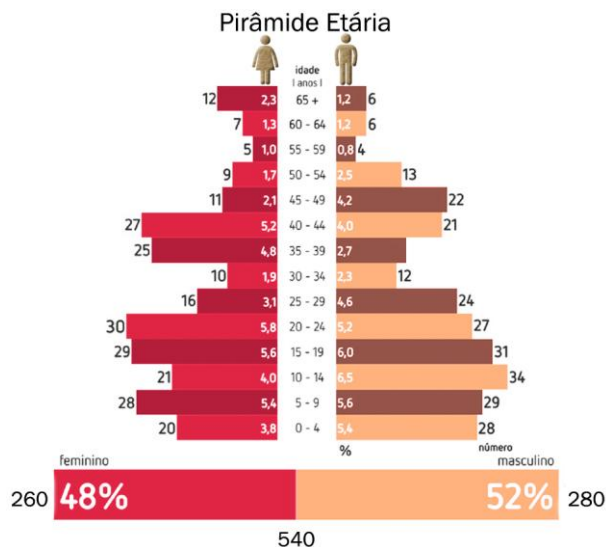


Fig. 229 Pirâmide Etária da População Residente  
Fonte: MIARQ 5ºD - Análise do Bairro do Barruncho.

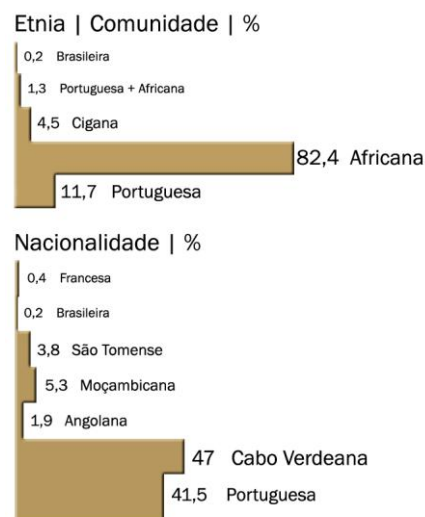


Fig. 230 Etnia e Nacionalidade da População Residente  
Fonte: MIARQ 5ºD - Análise do Bairro do Barruncho.

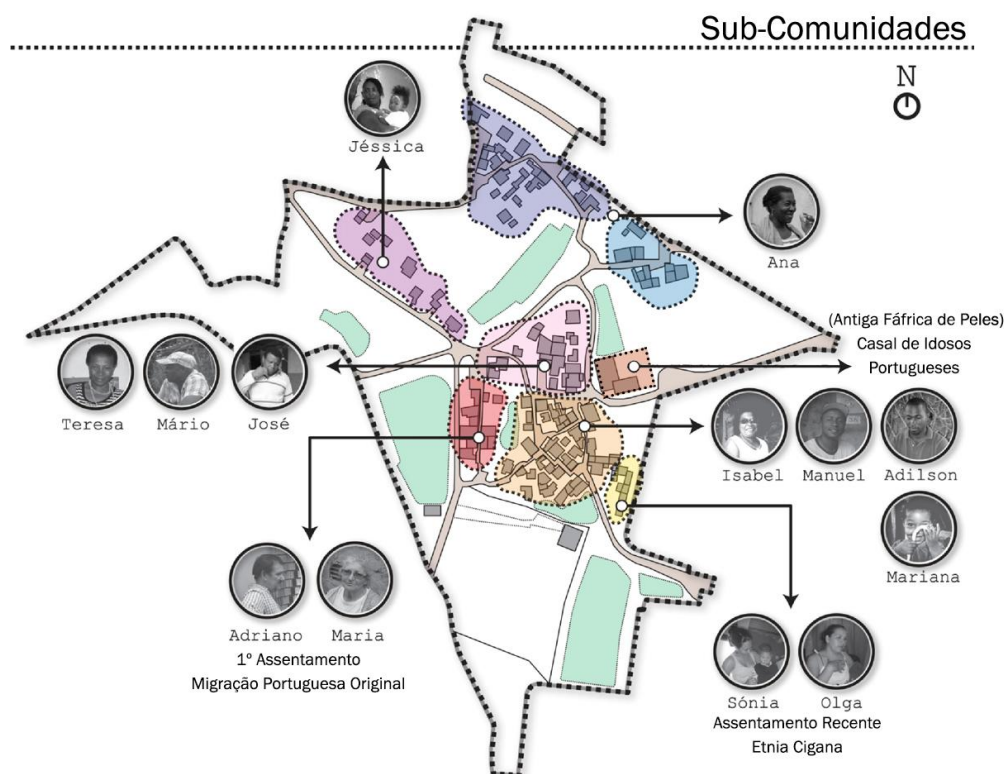


Fig. 231 Localização dos indivíduos entrevistados e respectivas sub-comunidades

Fonte: MIARQ 5ºD - *Análise do Bairro do Barruncho*. [com adições]

O nível de instrução é baixo, sendo que menos de 15% dos residentes tem mais do que o 3º Ciclo. O grupo profissional a que pertencem resume-se, em larga medida, a empregadas de limpeza, no caso feminino, e a trabalhador de construção civil, no caso dos homens. Os seus rendimentos são igualmente muito baixos, rondando o salário mínimo ou mesmo inferiores a isso, para além do facto de cerca de 36% da população ainda se encontrar em idade escolar.

Questionários realizados aos habitantes revelam alguns dados importantes e que devem ser tido em consideração<sup>74</sup>.

Em primeiro lugar, apenas um quarto dos residentes afirma não gostar do seu bairro, contra os 60% que gostam. Entre os aspectos positivos referem-se as relações de vizinhança e o hábito, enquanto que os aspectos negativos se centram na questão da insalubridade e do

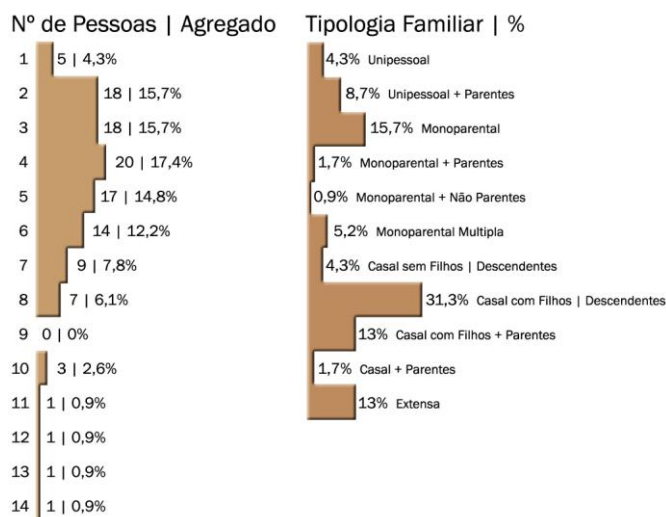


Fig. 232 Número de Elementos dos Agregados Familiares e Tipologia Familiar

Fonte: MIARQ 5ºD - *Análise do Bairro do Barruncho*.

<sup>74</sup> O estudo é descrito de forma mais exaustiva em MIARQ 5ºD - *Análise do Bairro do Barruncho*.

barulho. A questão da segurança é bastante dúbia, sendo o bairro descrito tanto como sendo calmo e sossegado como sendo perigoso e inseguro. Em algumas situações, fica a impressão de que é a falta de comunicação entre as diferentes etnias que causa esse sentimento de insegurança. Seja como for, é claro que 90% dos inquiridos deseja permanecer no bairro.

Outra das questões detectadas é a ausência de uma instituição onde as crianças possam ficar enquanto os pais estão ausentes, pelo que um dos equipamentos referidos como prioritário seja a creche, assim como parque infantil, mercearia, jardim, cafés, lojas e outros espaços de lazer, como um campo de futebol. Também é referida a necessidade de um centro de saúde e de uma esquadra da polícia, apesar de as mesmas existirem na freguesia (no Anexo 10 encontram-se assinalados os principais equipamentos e serviços nas proximidades do bairro).

O grande problema que se detecta na tentativa de resolução deste problema, não só habitacional mas também económico e social, é, para além da falta de recursos monetários por parte do Estado para avançar com os projectos de realojamento, também a grande dificuldade que estas famílias têm em pagar as rendas das novas habitações à Câmara (afinal, para além das rendas teriam de pagar outras contas como a água/luz/gás), pelo que muitos preferem, nessas condições, permanecer nas suas habitações ilegais e insalubres, tornando-se, assim, igualmente um entrave ao avançar dos projectos<sup>75</sup>.

### 6.2.3 Clima

O clima em Odivelas enquadra-se no Clima Temperado Marítimo, como grande parte do litoral de Portugal Continental. A amplitude térmica anual não é muito significativa, com valores médios que variam entre os 11,4°C, em Janeiro, e os 22,8°C, em Agosto. No entanto, apesar das temperaturas médias em Odivelas serem bastante amenas ao longo de todo o ano, é possível a ocorrência de situações extremas de calor durante o verão, sendo frequente a ocorrência de alguns dias de temperatura máxima acima dos 38°C, atingindo, por vezes, valores superiores a 40°C.

Em termos de precipitação, existe uma quase ausência de pluviosidade nos meses de Verão, sobretudo em Julho e Agosto. Já o período mais chuvoso prolonga-se de Novembro a Fevereiro (com valor médio mensal de 110mm). Convém realçar que os episódios de precipitação ocorrem, com frequência, em curtos períodos de tempo e com elevada intensidade. A humidade relativa do ar está associada à distribuição da precipitação e varia entre os 63%, no Verão, e os 82%, no Inverno.

Os ventos dominantes provêm sobretudo de Norte, sendo também neste cardeal que se verificam as maiores velocidades. Os meses mais ventosos, com valores acima dos 14 Km/h, são

---

<sup>75</sup> Convém também não esquecer a questão da memória, particularmente na minoria da população idosa. O exemplo mais marcante corresponde ao casal de idosos que habita paredes-meia com a antiga fábrica de peles (o único que paga o arrendamento e restante contas correntes). Apesar da vizinhança, que não lhes agrada, não querem abandonar a sua casa e só o farão se os senhorios assim os obrigarem.



Fevereiro, Maio, Julho e Agosto. Outubro encontra-se no nível oposto, sendo o mês de maior acalmia.<sup>76</sup>

#### 6.2.4 Caracterização Geo-Morfológica

A zona de intervenção é caracterizada pela presença da ribeira do Barruncho e de um seu afluente que conformam a morfologia do lugar.

Estas ribeiras definem encostas de declive considerável, de 8 a 15%. Apenas as zonas baixas, junto ao vale, assumem um cariz mais plano (ver Fig. 233). Assim, apesar de estas ribeiras não serem de forte caudal, existe o risco de inundação, no caso de fortes chuvadas, pelo que as zonas baixas não são adequadas à construção. Essas áreas pertencem também à Reserva Ecológica e Agrícola Nacional, reforçando essa proibição.

A nível geológico, o bairro do Barruncho localiza-se numa área de conglomerados, arenitos e argilitos, bastante heterogénea (ver Fig. 234). As zonas da encosta pertencem ao grupo dos Calcários Vermelhos (ver Fig. 235).

Testes práticos, no local, serão necessários para determinar qual a melhor mistura de terra para a construção, mas através da informação cartográfica é de supor que não haverá dificuldade em encontrar solos mais arenosos ou argilosos que possam ser utilizados<sup>77</sup>.

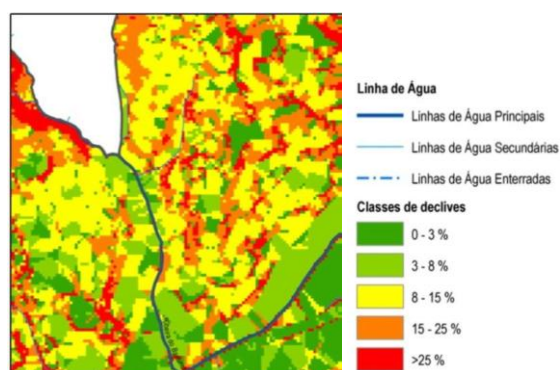


Fig. 233 Excerto da Carta de Declives do PDM

Fonte: PDM de Odivelas.

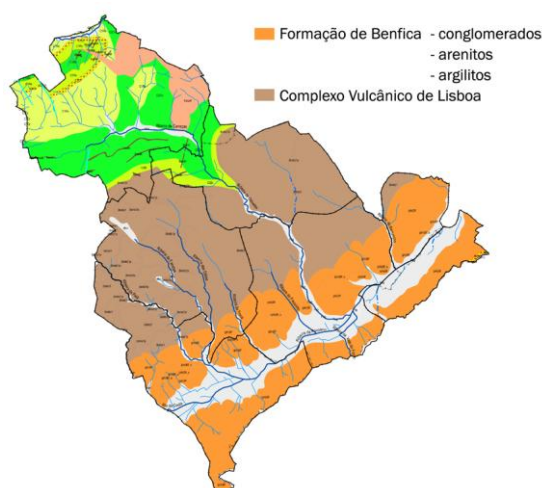


Fig. 234 Carta Geológica do PDM

Fonte: PDM de Odivelas.

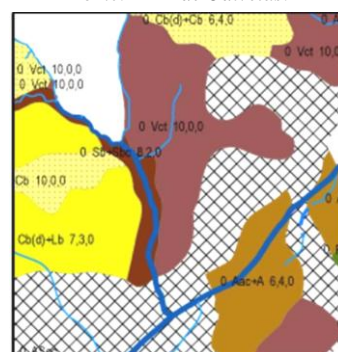


Fig. 235 Excerto da Carta de Solos do PDM

Fonte: PDM de Odivelas.

<sup>76</sup> Fonte: PDM de Odivelas.

<sup>77</sup> Na eventualidade de ser necessária terra exterior à área de intervenção tal também não será difícil de encontrar. Segundo o LNEG, a exploração de argila para a indústria cerâmica é bastante comum no centro do país, sendo as fontes mais próximas em Azambuja, Torres Vedras e Rio Maior. Fonte: <http://geoportal.lneg.pt/geoportal/egeo/bds/ceram/?&lg=pt>.

Acrescente-se aqui que as pedreiras de calcário eram o recurso mais explorado no conselho de Odivelas.

## 6.3 Estratégia de Reabilitação Urbana

### 6.3.1 Ideias de Viabilidade

*"Dá um peixe a um Homem e alimenta-o por um dia,  
mas ensina-lhe a pescar e alimentá-lo-ás por toda a vida."*

Provérbio Popular - Lao Tzu

*"Nós não temos dinheiro suficiente. (...)  
É preciso sair definitivamente do âmbito do sistema  
monetário, voltar costas às fabricas e ignorar os empreiteiros."  
FATHY, Hassan (1969). *Arquitectura para os Pobres*.*

A análise do bairro realizada e sintetizada no capítulo anterior permite perceber que a solução para o bairro não pode passar exclusivamente pelo desenho de um modelo de casa económico. É necessário ver a posição do arquitecto de forma mais abrangente, tal como as disciplinas que compõem a sua formação. Se no Renascimento, o arquitecto era o Homem das Artes e das Ciências (e Engenharias), agora, para além disso, tem de dominar também as questões políticas, sociais e económicas. A dificuldade da tarefa não deve nunca ser impeditivo de continuar a sonhar - esboçando um Mundo Melhor.

É neste sentido, numa perspectiva de encontrar uma solução verdadeiramente viável para o Barruncho, que a possibilidade de utilizar a terra como material de construção assume o seu papel de relevância.

Em primeiro lugar o uso deste material, uma vez que pode ser extraído das próprias fundações dos edifícios e da modelação do terreno (recorde-se que o mesmo tem bastante declividade), tornaria as habitações muito mais económicas em comparação com os sistemas construtivos convencionais.

Por outro lado, as questões de sustentabilidade ambiental não devem ser descartadas só porque se tratam de construções com contenção de custos. Dentro de poucos anos será obrigatório, por lei, que os novos edifícios sejam "Carbono Zero"<sup>78</sup>, ou seja, que consumam o mínimo de energia possível (e por conseguinte produzam o mínimo de carbono) e que produzam eles próprios energia "limpa", não poluente, com base em energias renováveis (sendo o mais comum, a instalação de painéis solares, fotovoltaicos e turbinas eólicas). Esquecemo-nos, muitas vezes, que a própria construção já por si consome muitos recursos. Adoptar a terra como material de construção pode ajudar a reduzir bastante o consumo de energia logo a partir do momento da construção. Ao longo da vida do edifício pode-se tirar partido das características físicas de inércia da terra para assegurar a

---

<sup>78</sup> A Directiva Europeia 2010/31/EU, determina que a partir de 2021, inclusive, todos os novos edifícios terão de ter necessidades quase nulas de energia (Near Zero Energy Buildings - NZEB).

manutenção de uma temperatura interior constante, diminuindo as flutuações térmicas (noite/dia e Inverno/Verão) tão características do clima português. Assim, é possível evitar o gasto de mais recursos (económicos e energéticos) em sistemas artificiais de controlo da temperatura e humidade. E, por fim, não se pode esquecer o final de vida do edifício, que no caso da terra pode retornar livremente à natureza ou ser totalmente reutilizado.

A utilização da terra na construção tem muitas mais vantagens que fazem dela uma opção a considerar no futuro da construção (uma descrição mais detalhada dos benefícios e inconvenientes do uso da terra pode ser consultada no capítulo 3.2.4 Vantagens e Desvantagens).

Apesar disso, em Portugal, a utilização das técnicas de construção em terra (em particular a taipa e o adobe) já quase desapareceu. As poucas zonas onde tal se mantém é no Alentejo e Algarve (em particular, no concelho de Odemira), onde a taipa é ainda incentivada pelo seu carácter histórico<sup>79</sup>. Na região centro de Portugal são muito poucas as empresas especializadas nestas técnicas construtivas, e isto apesar da procura começar lentamente a crescer sob o mote da Sustentabilidade<sup>80</sup>. A verdade é que ainda é a falta de oferta, de legislação aplicável, para além das próprias mentalidades e preconceitos, os maiores entraves à expansão deste tipo de técnicas<sup>81</sup>.

Outra forma de tornar o projecto mais económico, e assim mais viável, é recorrendo ao conceito de auto-construção, à semelhança das Operações SAAL<sup>82</sup>. É verdade que política de auto-construção é actualmente quase restringida aos países não industrializados, ou menos desenvolvidos, por não existir efectivamente outra alternativa economicamente viável, e que esta opção, apesar disso, nem sempre é aplicável a todas as comunidades de indivíduos, pois estão em causa igualmente questões sociais e culturais. No entanto, no caso do Barruncho a política de auto-construção seria apenas uma forma de dar "luz verde" (ou seja, tornar legal) à iniciativa dos próprios moradores. Muitos deles são, como já foi referido, do ramo da construção civil e encontram-se, neste momento, desempregados. Foram eles que ergueram, com o seu esforço, trabalho e poucos recursos

---

<sup>79</sup> Também é no interior do Algarve e Alentejo que comunidades sustentáveis (e de "comunhão com a Natureza"), muitas de origem alemã, escolhem como local para se instalarem. São também elas defensoras das técnicas de construção em terra crua.

<sup>80</sup> O factor económico também é importante. Um dos casos mais recentes de construção ecológica em Portugal, e o único no seu género no país, foi iniciado por um casal (Marta Santos e Pedro Silva) que não tinha posses suficientes para adquirir uma casa. Assim, optou por construir através da reutilização de materiais alternativos (ex.: 1600 pneus e 9.000 latas para as alvenarias, tudo fruto de doações), até as portas são em 2ª mão. No final, através de todas as parcerias com diversas empresas de materiais, a casa de 3 quartos apelidada de Ecofixe fica 40% mais económica.

<sup>81</sup> Pode-se igualmente alegar as pressões do chamado "lobby do betão", um aspecto que também não pode ser olvidado.

<sup>82</sup> As Operações SAAL foram programas apoio logístico do Estado a projecto de auto-construção de habitações, nos anos de 1974/75. Para mais informações recomendo a visualização do documentário de João Dias, *As Operações SAAL*, de 2007.

económicos, as habitações em que actualmente vivem<sup>83</sup>. Muitos afirmam que gostavam de melhorar e investir nas suas casas (e não se está aqui a referir só ao adicionar de mais uma divisão) mas que a constante ameaça por parte das autoridades de futuro realojamento ou mesmo despejo (com consequente demolição da habitação), impede-os de ver futuro ou retorno desse investimento.

O objectivo seria que o projecto de renovação do bairro pudesse ser, faseadamente, construído pelos próprios moradores, contribuindo ainda mais para a diminuição dos custos de construção. A pouca maquinaria e ferramentas necessárias poderia ser, na medida dos possíveis, facultada pela Junta de Freguesia.

No entanto, como foi referido, não se trata aqui apenas da ideia de fornecer "um tecto". No limite, o que se pretende não é apenas "usar" os moradores como mão-de-obra, mas ir mais longe e aproveitar a execução do projecto para instruí-los numa nova (ou antiga) forma de construção que ainda não dispõe de grande oferta na região centro e cuja tendência é o aumento da procura, enriquecendo os seus conhecimentos nesta área específica da construção civil através da experiência, um "aprender, fazendo"<sup>84</sup>, podendo ser, assim, uma mais-valia para o seu futuro.

Se a experiência fosse explorada de forma correcta, esta poderia mesmo ser uma estratégia de viabilização económica do bairro, a longo prazo. À semelhança do que foi a construção do Palácio de Mafra para a formação da "Escola de Mafra", com repercussões em todos os monumentos régios e religiosos seguintes, também a construção do bairro do Barruncho poderia originar algo semelhante, mesmo que de proporções mais modestas, através da formação de uma empresa especializada em construção em terra (e eventualmente outras tecnologias "verdes"), em pleno centro do país, podendo fazer ressurgir esta forma de construção, outrora dominante no nosso país. Assim poderia ser desenvolvido um projecto com futuro, em que os moradores criariam a sua própria fonte de sustento, podendo contribuir de volta para a sociedade<sup>85</sup> e ajudar outros bairros como o deles.

Ao detalhar anteriormente a questão construtiva, percebeu-se que a construção em terra necessita de uma sub-estrutura que lhe confira resistência contra os sismos, uma vez que Portugal é considerado uma zona de risco. Usualmente essa estrutura era feita em madeira e actualmente esta é assumida como uma estrutura corrente de pilar e viga em betão, em que a terra crua é apenas usada no enchimento dos paramentos. Para a concretização deste projecto, de todas as alternativas descritas no capítulo 4.8 Resistência a Acções Horizontais, foi escolhido o reforço vertical em bambu tendo em conta os factores económicos e de sustentabilidade.

---

<sup>83</sup> As próprias mulheres, na ausência dos maridos/companheiros assumem essas tarefas de erguer e manter a sua habitação. A entreaajuda na comunidade também é muito comum, na partilha de mão-de-obra e materiais.

<sup>84</sup> Expressão Popular.

<sup>85</sup> Deve-se salientar que um dos grandes motivos de marginalização exterior para com estes bairros é a ideia, não de todo infundada, de que é o dinheiro dos contribuintes a financiar estas populações de imigrantes que não pagam impostos. Só com a criação de emprego é possível dar oportunidade a estes indivíduos de contribuírem para a sociedade através do pagamento de impostos, como qualquer outro cidadão de direito.



Sabendo que o uso da madeira em Portugal ainda envolve custos consideráveis, a opção de substituir a estrutura de madeira por uma de canas (estrutura secundária) e bambu (estrutura primária) começa a ter a sua pertinência. Existem vários aspectos a ter em conta no uso do bambu (ver Anexo 19), mas a estratégia de projecto seria usar parte da área destinada às hortas comunitárias (que se pretendem manter e desenvolver) para o cultivo desta matéria-prima (idealmente numa organização linear que possa servir como divisória de talhões, à semelhança dos canaviais em Portugal). Apesar do crescimento rápido do bambu, poderiam ser firmados acordos com empresas produtoras de bambu em Portugal<sup>86</sup> para, numa primeira fase, fornecer o material necessário ao avançar do projecto. Mais tarde, a produção do bairro seria suficiente para continuar a construção de forma auto-suficiente e retribuir a ajuda à empresa em questão (incluindo o valor dos juros, de forma a ser um negócio rentável para a empresa em causa). No futuro, esta poderia ser mais uma forma de desenvolver a economia do bairro e viabilizar o projecto, uma vez que a venda de bambu para transformação (ou uso directo) seria mais uma forma de fonte de rendimento e de geração de emprego.

Em conclusão, a grande preocupação aqui é encontrar uma forma de fazer com que a inacção resultante de factores económicos não tenha lugar e que no final, o resultado não seja apenas a reabilitação de um conjunto de habitações, mas sim, a reintegração de toda uma comunidade até agora marginalizada.

---

<sup>86</sup> A de maior referência no país é a Bambuparque no Alentejo.

### 6.3.2 A Estratégia Urbana

Estabelecidas as estratégias de viabilização económica do projecto torna-se necessário definir as linhas gerais da reabilitação urbana. O lema será **"Redignificar/Resignificar"** numa alusão à ideia que o importante é mudar a forma como o bairro é visto pelos próprios e pelo exterior. A estratégia urbana foi estruturada em 4 áreas principais: o Espaço Público, a Habitação, os Equipamentos e as Hortas Urbanas.

<b>VISÃO ESTRATÉGICA</b>
<b>1º Requalificar o Espaço Público</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Definir os percursos de passagem e as áreas de permanência</li><li>- Definir hierarquias</li><li>- Criar espaços de interacção</li></ul>
<b>2º Manter e/ou reabilitar as Habitações Existentes (sempre que viável)</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Garantir o acesso às infraestruturas básicas (água, esgotos, electricidade e gás)</li><li>- Promover as condições de conforto e salubridade</li></ul>
<b>3º Construir Equipamentos de Apoio à População</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Creche e Centro de Actividades de Tempos-Livres</li><li>- Associação de Moradores</li><li>- Localização de serviços ao longo dos espaços públicos principais</li><li>- Integrar no plano a futura estação de metropolitano prevista em PDM</li></ul>
<b>4º Manter e Expandir, quando possível, as Hortas Urbanas Existentes</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Associar hortas comunitárias à Ribeira do Barruncho</li></ul>

Nos próximos sub-capítulos cada um destes quatro pontos irá ser desenvolvido quanto à sua formulação e concretização efectiva.

Convém aqui referir que ao longo processo de análise da área de intervenção e da própria elaboração do projecto os próprios limites da área de intervenção foram questionados e adaptados de forma a melhor responder às necessidades do local e permitir uma intervenção o mais integrada possível, utilizando os recursos disponíveis na área da melhor forma possível e garantindo que os mesmos não eram desperdiçados desnecessariamente. Neste sentido, áreas já habitadas e estabilizadas como a quinta e o posto da PT, a sul, e uma parte do Casal do Privilégio, a norte, não foram intervencionadas. Pelo contrário, áreas expectantes foram integradas na proposta, como alguns lotes do Casal do Privilégio, adjacentes ao bairro, e um empreendimento urbanístico, a norte, actualmente parado, do qual apenas foram construídos as infraestruturas. Por fim, o limite da encosta Oeste foi redefinido adaptando-se à proposta do plano urbanístico proposto. Desta forma, de uma

área de intervenção na ordem dos 98.000m<sup>2</sup> passou-se para uma área intervencionada na ordem dos 90.000m<sup>2</sup> (ver Anexo 11).

#### 6.3.2.1 -1º Requalificar o Espaço Público

O Bairro do Barruncho possui na sua estrutura actualmente alguns percursos e espaços de intersecção cuja memória<sup>87</sup> se considerou importante manter, mesmo que redesenhando (e alargando) o seu percurso.

Os espaços públicos são uma total ausência no bairro pelo que esta proposta estabelece uma rede de espaços públicos, de diversas dimensões e funções que possa servir a diversidade verificada nos grupos de residentes, a nível cultural e mesmo etário.

Assim, os espaços públicos agregadores são (ver Anexo 12):

- **Miradouro:** localizado na entrada Este do bairro, junto da Creche, da Biblioteca e da Associação de Moradores. O objectivo é criar um grande largo de entrada do bairro que sirva de apoio aos principais equipamentos públicos. O aproveitamento da posição elevada permite a criação de um miradouro de onde é possível observar grande parte do bairro.
- **Largo Sul:** redefinição da entrada Sul existente através da criação de um largo vocacionado para o comércio e serviços.
- **Largo Norte:** reabilitação do espaço público existente no Casal do Privilégio, correspondendo à entrada Norte do bairro, que actualmente se encontra degradado. A proposta seria localizar neste espaço um parque infantil que servisse não só os habitantes do bairro do Barruncho mas também o conjunto habitacional do Casal do Privilégio.
- **Parque:** localizado a Oeste do bairro, junto à ribeira do Barruncho. Trata-se de uma área plana de cota baixa, integrada na REN e sujeita ao risco de cheia, pelo que apenas é permitida a construção de pequenos edifícios. O parque não se pretende que seja relvado mas sim sobretudo de superfície mineral, num prolongamento do passeio, de forma a diminuir os gastos em manutenção. As áreas verdes são dadas pelas árvores que proporcionam sombra e pelo leito da ribeira regularizado mas deixado na sua forma natural de forma a não reduzir a superfície permeável. Pretende-se atribuir ao parque uma vertente ligada ao desporto associando-a ao Pavilhão Desportivo localizado nas proximidades. O parque possui, assim, dois campos (um de ténis e outro de futebol e basquete), as respectivas bancadas e um pequeno balneário de apoio que estariam ao

---

<sup>87</sup> Algumas das ruas possuem nomes, como o eixo central do bairro, a rua 13 de Maio, que reflete influências católicas.

serviço da população<sup>88</sup>, uma vez que os únicos campos de jogos no exterior são os da escola do 2º e 3º Ciclos que se encontram vedados. A gestão do espaço poderia ficar à responsabilidade da Associação de Moradores. Um pequeno quiosque ajudaria ao serviço do espaço, principalmente nos meses de verão.

O facto de os diversos espaços públicos se localizarem junto às entradas do bairro (norte, sul, este, oeste) torna-os, de certa forma, momentos de charneira, pontos de contacto que facilitam a interacção entre os residentes do bairro e os moradores na envolvente. O objectivo é que a criação destes espaços públicos possa contribuir não só para a melhoria da qualidade de vida na cidade mas igualmente para introduzir modificações a nível social, aumentando as relações entre as diferentes comunidades e diminuindo a sensação de insegurança.

Os percursos que ligam todos estes espaços e que atravessam o bairro também estabelecem uma hierarquia entre si e ganham especificações muito próprias (ver Anexo 13):

- **Ruas Principais:** estas ruas de maior dimensão fazem as principais ligações Este-Oeste através do bairro. Algumas destas ruas, nas cotas mais baixas são de menor largura e de apenas um sentido, diminuindo a perigosidade do tráfego automóvel.
- **Ruas Secundárias:** estas ruas são de apenas um sentido e permitem o acesso automóvel às habitações no interior do bairro, seguindo as curvas de nível. De forma a manter a superfície mais permeável e simultaneamente assinalar a rua como sendo de vocação mais pedonal, o pavimento do percurso automóvel e de cada um dos lugares de estacionamento em frente às habitações é feito com grelhas de enrelvamento em betão ao mesmo nível do passeio em calçada portuguesa.
- **Percursos Pedonais:** estes percursos são, na sua maioria, atravessamentos transversais, perpendiculares à encosta, entre os quarteirões das habitações, facilitando a deslocação entre as cotas mais altas e as mais baixas sobretudo através de escadas largas. Assim sendo, constituem um prolongamento dos passeios em calçada portuguesa.

A potenciação de modos de deslocação mais ecológicos também foi objecto de reflexão. Para além de acesso aos transportes públicos, através do qual o bairro é servido pela Carris, também foi equacionada a questão das ciclovias. Sendo que todas as ruas do bairro são de modesta dimensão e reduzido tráfego, as ciclovias deveriam ser apenas assinaladas nas ruas principais da freguesia (ver Anexo 13), já numa situação exterior à área de intervenção, de forma a garantir a segurança dos

---

<sup>88</sup> Os balneários poderiam funcionar igualmente, até à finalização da reconstrução do bairro, como casas de banho públicas, até porque actualmente, muitas das habitações existentes não possuem instalações sanitárias.



ciclistas nas grandes deslocções entre freguesias onde o tráfego (e a velocidade do mesmo) é maior. Para incentivar o uso deste meio de transporte seriam instalados estacionamento para as bicicletas junto dos principais equipamentos.

Apesar do incentivo a meios de transporte ecológicos e de serem poucos os moradores a possuírem automóvel, o estacionamento público não foi esquecido. Pequenas bolsas de estacionamento existem em todas as entradas do bairro (ver anexo 13), sendo maiores a Oeste, junto ao Parque, e a Este, junto aos principais equipamentos. As áreas de estacionamento do empreendimento urbanístico iniciado a norte foram mantidas e regularizadas. Outros equipamento também permitem o estacionamento como a Estação do Metro e o Pavilhão Desportivo, num piso semi-enterrado. Praticamente todas as habitações possuem estacionamento próprio em frente a céu aberto, permitindo que, quando não utilizado, esta área faça parte do espaço público da própria rua. No entanto, para os moradores que pretendam um espaço coberto e fechado, cinco garagens estão localizadas junto à quinta a Sul permitindo suprimir essa necessidade.

Finalmente, no que diz respeito ao mobiliário público existem algumas especificações. Os candeeiros terão as lâmpadas protegidas para evitar o vandalismo e serão em número reduzido nas ruas secundárias respeitando a métrica dada pelas habitações. Os caldeirões para as árvores integradas no passeio poderão ser construídas reaproveitando condutas circulares em betão, com profundidade que garantam que as suas raízes se desenvolvam a uma profundidade superior. Conforme o local de implantação, a altura das mesmas sobre a cota do pavimento pode ir dos 10-15cm até aos 40-45cm de forma a permitir que a mesma funcione como banco de apoio<sup>89</sup>. Por fim, os bancos públicos propriamente ditos seriam construídos também pelos moradores utilizando uma das técnicas de construção em terra que não foi escolhida para a construção das habitações: a taipa. Desta forma, os moradores poderiam testar na prática outras técnicas de construção, ao mesmo tempo que executam algo para o enriquecimento do bairro. Estes bancos seriam feitos em taipa estabilizada com cal e cimento, usando um mesmo taipal para todos. Para garantir uma maior resistência do mesmo, tanto as fundações dos bancos como a sua camada superior seria em cimento, ambas executadas de forma a garantir a escorrência das águas para o exterior. Um exemplo deste tipo de banco com alheta entre a fundação e a taipa pode ser observado na Fig. 236.



Fig. 236 Banco em Taipa com Topo em Cimento

Fonte: <http://www.eartharchitecture.org/index.php?archives/1001-Rammed-Earth-Bench.html>.

<sup>89</sup> Os 8 a 12cm de espessura da conduta podem ser alargados posteriormente através da inclusão de um assento em ripas de madeira, suportado por chapas metálicas.

### **6.3.2.2 -2º Manter e/ou reabilitar as Habitações Existentes (sempre que viável)**

Como é possível verificar no Anexo 9 Materialidades do edificado, a grande maioria do bairro não possui condições dignas de salubridade. No entanto, algumas habitações, principalmente as mais antigas, onde residem os moradores de idade mais avançada, revelam um cuidado superior na sua construção e mesmo na forma como estão mantidas actualmente.

Por diversas razões, entre as quais a redução de custos e a questão da memória (pois muitos dos moradores mais idosos não desejam abandonar as suas habitações onde viveram grande parte da sua vida, foi estudada a melhor forma de manter o máximo de habitações existentes possível. Claro que o que se pretende não será não intervencioná-las de todo, até porque tal seria injusto para com os restantes moradores que teriam novas habitações, além de criar uma situação de forte contraste no interior do bairro. Assim, todas as habitações existentes cuja decisão seja manter serão alvo de operações de reabilitação e por vezes reformulação (com aumento ou diminuição da área de implantação). De um modo geral, as intervenções de reabilitação passarão por reconstruir as coberturas, como coberturas "verdes" de reduzida pendente, à semelhança das usadas nas habitações novas, como irá ser descrito mais à frente, e por recuperação das fachadas com isolamento térmico pelo exterior (preferencialmente em cortiça, por ser mais ecológico e se tratar de um produto português) rebocado e caiado de branco, garantindo, assim, uma imagem comum para todo o bairro.

Foi feito um levantamento no local do interior das habitações para permitir a elaboração de uma proposta de forma mais informada (neste caso apenas na área especificada à escala 1:200, numa das zonas do núcleo central do bairro e às quais foi autorizado o acesso pelos moradores). Estes levantamentos são fundamentais para perceber a possível necessidade de outros melhoramentos ou alterações, não só da habitação, mas também da sua envolvente.

As habitações reabilitadas são portanto muito poucas, apenas 19 (ver Anexo 14). A maioria localiza-se na rua da comunidade portuguesa, a primeira a instalar-se no bairro, outros junto ao Largo Sul, como o Pátio do Sr. Pedro, e outros ainda junto ao muro no limite norte do bairro, contribuindo assim para a definição de frentes de rua importantes para a estruturação do plano e para o manter de parte da memória espacial do lugar. Os restantes estão, de certa forma, isolados, particularmente os da encosta norte, mas o desenho da proposta urbana está resolvido de forma a integrar estas habitações no plano urbano. Inclusivamente, sempre que tal tem pertinência as habitações reabilitadas integram-se num lote que respeita totalmente a métrica dos lotes das novas habitações (mesma dimensão de frente de rua e profundidade), desta forma, permitindo a sua posterior demolição e reconstrução segundo a lógica tipológica proposta para o bairro.

### **Abordagem Estratégica para as Novas Habitações**

As novas habitações foram concebidas como moradias, preferencialmente unifamiliares, de apenas 2 pisos. O reduzido número de pisos e a tipologia escolhida adequa-se à envolvente mais próxima do bairro (ver Anexos 15 e 16) e aos sistemas de construção em terra crua portante, além de facilitar as questões relacionadas com a manutenção dos edifícios quando comparado com edifícios multifamiliares, em condomínios de habitação partilhados por várias famílias, sem relações entre si<sup>90</sup>.

Os princípios estratégicos por detrás do projecto realizado para as novas habitações são vários. Os primeiros como já foi referido prende-se com o número de pisos (2) e a tipologia de moradias, pelas razões atrás referidas. Em termos de agregação pretender-se-ia, idealmente, moradias em banda e geminadas, formando quarteirões e frentes de ruas perfeitamente hierarquizadas seguindo a lógica atrás exposta para os percursos de ligação dos espaços públicos. O objectivo será conseguir um compromisso entre a melhoria das acessibilidades e a capacidade de manter o bairro com características predominantemente pedonais, contribuindo para a segurança e qualidade de vida no bairro.

Entrando dentro do detalhe do tipo de moradia adoptada optou-se pelo desenho de um volume em L por permitir uma ligação ao exterior a partir de todas as divisões principais, garantindo a insolação das mesmas (tendo o núcleo da caixa de escadas e das instalações sanitárias no ponto mais interior junto ao vértice). Esta disposição sobre o lote permite ainda a definição da área restante como pátio privado, visto esta ser uma característica de muitas das habitações existentes e de estar associada à cultura cabo-verdiana e dos povos mediterrâneos de usufruto do espaço exterior como prolongamento do espaço habitacional. Por fim, a adopção dos dois pisos conjugada com a topografia do terreno do Barruncho, de encostas de acentuado declive, levou à opção de semi-enterrar os edifícios, reduzindo a sua altura (o que diminui em parte as cargas suportadas pelas paredes em terra, além de reduzir o seu impacto sobre a paisagem, fazendo os edifícios acompanhar o perfil do terreno, e permitir um menor ensombramento sobre as ruas secundárias de dimensão mais reduzida). Este aspecto permite igualmente conceber as entradas a diferentes níveis, o que terá impacto na definição do tipo e da tipologia da habitação, como se irá explicar mais à frente.

Os últimos princípios que foram tidos em conta prendem-se com a capacidade de a habitação responder em termos de dimensão e tipologia (neste caso, número de divisões) às necessidades dos moradores. Tendo em conta o estudo feito em relação ao número de indivíduos por agregado familiar

---

<sup>90</sup> Esta situação é bastante comum em muitos dos bairros sociais de realojamento, como é o caso de Chelas, em que os deveres e responsabilidades dos moradores para com o condomínio não são cumpridos e como consequência a manutenção dos edifícios não é feita, os elevadores não são reparados e em relativamente pouco tempo todo o edifício se degrada, um dos factores que mais contribui para a má imagem destes bairros e para a diminuição da qualidade de vida nos mesmos.

(ver capítulo 6.2.4 Caracterização Socio-Económica) não existe uma grande uniformidade. O agregado familiar de referência pode variar entre 1 e 14 elementos, apesar de ser provável que neste último caso se esteja a considerar famílias alargadas que, em caso de realojamento, divididas tornando-se agregados independentes. Ainda assim, considerou-se como necessária a concepção de tipologias grandes que pudessem albergar com qualidade 9 pessoas (ou mesmo mais, em casos pontuais). No entanto, tendo em conta que cerca de 20% dos agregados (se não mais, com a separação das famílias alargadas, como foi referido) possuem até 2 elementos e 60% variam entre 3 e 6, tornou-se obrigatória a necessidade de conceber habitações de diferentes tipologias, do T1 ao T5, consoante o número de divisões (não necessariamente quartos) pretendidas.

Poder-se-ia assim definir uma percentagem para cada tipologia consoante os dados disponíveis, mas este projecto pretendeu levar mais longe a concepção das habitações e incorporar o factor mutável das famílias, que podem não só crescer (neste caso, devendo-se considerar a possibilidade de se tratarem de famílias alargadas, um aspecto cultural do bairro), mas também diminuir, quando os filhos crescem e se tornam independentes.

Neste sentido, foi adoptada uma lógica evolutiva/adaptativa para a concepção da tipologia das habitações.

Esta filosofia já foi vastamente explorada e em Portugal uma das referências mais importantes é o estudo intitulado justamente "Habitação Evolutiva" dos arquitectos Nuno Portas e Francisco Silva Dias, publicado nos anos 70. A tese que defendem consiste na poupança de recursos através da construção de um núcleo básico fundamental, respondendo às necessidades prioritárias de habitação por eles identificadas, ao qual seria adicionado as restantes valências à medida das necessidades e da disponibilidade económica do proprietário, de uma forma sucessiva e seguindo um projecto pré-estabelecido.

Estes conhecimentos foram amplamente aplicados uns anos mais tarde após a implantação da República, em 1974, quando esta se propôs resolver o grave problema de falta de habitação condigna no país. Um dos projectos construídos de maior referência no campo da habitação evolutiva é o bairro da Malagueira, em Évora, projectado pelo arquitecto Siza Vieira. Aqui a habitação também se desenvolve em L, em redor de um pátio, e, de uma tipologia base de apenas um piso, pode-se aumentar sucessivamente o número de quartos, ocupando o terraço com um segundo piso (ver Fig. 237).

A proposta defendida neste projecto pretende permitir uma flexibilidade na evolução, não só no sentido do crescimento, mas também no sentido inverso, uma possibilidade permitida pela terra crua, sendo este um material reutilizável. No caso de não se pretender fazer grandes alterações à volumétrica da tipologia seria vantajoso poder separar a habitação, tornando os dois pisos independentes (no caso dos filhos quererem a sua independência, mantendo a proximidade, ou



mesmo como forma de rendimento, vendendo ou alugando o apartamento). A separação da habitação em dois pisos concebendo uma divisão (quarto ou escritório) no piso de carácter mais público também permite que este possa alojar um familiar afastado (que venha trabalhar ou estudar para a cidade, uma situação relativamente comum) ou ser alugado para uma fonte de receita adicional<sup>91</sup>, mantendo os proprietários no 2º piso uma maior privacidade.

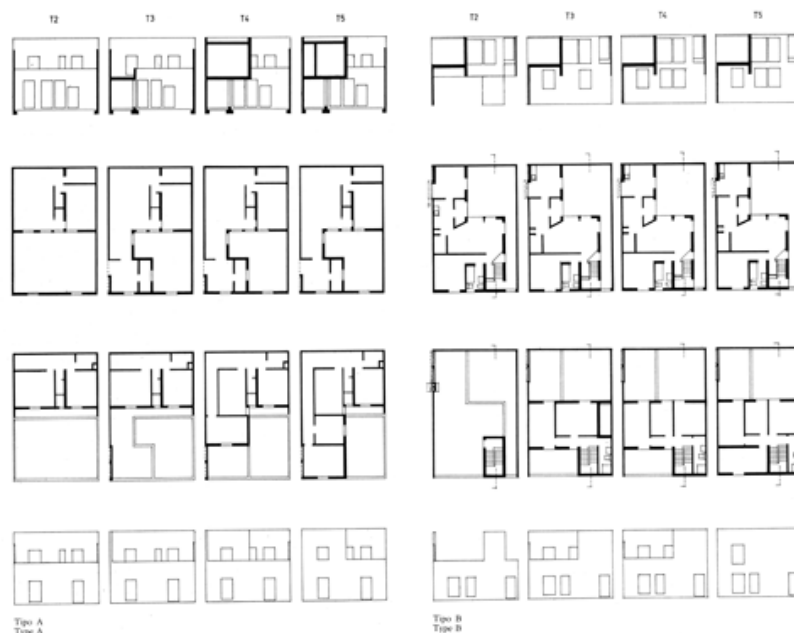


Fig. 237 Evolução Tipológica, Bairro da Malagueira, arq. Siza Vieira

Fonte: <http://isabellabrito.wordpress.com/2011/08/29/malagueira-complexo-habitacional-na-evora-em-portugal>.

Por fim, a questão da flexibilidade também foi tida em consideração na estratégia de concepção das habitações, não, no entanto, no sentido *high tech* em que peças de mobília especializadas ou detalhes arquitectónicos onerosos permitem que um mesmo espaço possa servir usos completamente diversos (infelizmente, normalmente apenas de forma alternada), mas numa abordagem simples garantindo áreas generosas às divisões de forma a estas poderem adaptar-se às necessidades dos moradores e à mobília que trarão da sua anterior habitação<sup>92</sup>. A construção de habitações económicas assentes principalmente no conceito de áreas mínimas ou áreas reduzidas, dificilmente permitirá acolher com o conforto desejável toda a "bagagem" dos novos moradores e muito menos permitirá a flexibilidade de apropriação visto que o layout da habitação é controlado ao pormenor de forma a garantir que nenhum metro quadrado é "desperdiçado". Desta forma, as divisões das habitações foram concebidas com áreas que garantam, sempre que possível, a sua utilização como quartos duplos, facilitando a sua apropriação como quartos de casal ou escritório. Em algumas situações é mesmo possível criar quartos triplos, com recurso a beliches ou gavetões, uma opção importante no caso mais pontual das famílias muito numerosas.

<sup>91</sup> Os residentes do bairro apenas estariam receptivos a esta possibilidade com boas recomendações por parte do inquilino (conhecido de amigos, por exemplo), por motivos culturais. No entanto, esta hipótese poderá ser atractiva para os novos residentes do bairro de outras classes sociais mais elevadas, que poderão adquirir as casas sobrantes do projecto de realojamento.

<sup>92</sup> Uma peça de mobiliário que ressaltou (em mais do que uma habitação) nas visitas realizadas ao bairro foi um móvel de sala de grandes dimensões, em alguns casos associado mesmo a cristaleiras. A construção de habitações económicas assentes principalmente no conceito de áreas mínimas ou áreas reduzidas, dificilmente permitirá

Outro aspecto, muitas vezes descuido, e que contribui também para a capacidade de flexibilidade na apropriação dos espaços das divisões foi a decisão de optar por janelas de peito em vez de vãos até ao piso. Desta forma, a disposição do mobiliário não fica condicionado (é apenas influenciado) pela existência do vão, aumentando a área de parede disponível<sup>93</sup>.

Por fim, também foi decidido conceber as instalações sanitárias com área suficiente para permitirem o acesso a uma cadeira de rodas. A área do duche seria pensada como pertencente ao próprio pavimento mas possuindo espaço suficiente para a instalação de uma banheira, se necessário. Também a pensar nas famílias numerosas o lavatório situa-se numa antecâmara, permitindo a sua utilização em simultâneo com o uso da restante casa-de-banho.

### **Tipos e Tipologias das Novas Habitações**

O desenho das novas habitações foi obtido conceptualmente tendo em mente os princípios estratégicos acima enunciados. O principal objectivo seria encontrar um módulo habitacional (moradia de dois pisos, de volume em L com pátio) que permitisse suficientes alternativas tipológicas para responder às diferentes necessidades dos futuros moradores (e à evolução dessas mesmas necessidades ao longo do tempo) assim como assegurar um melhor enquadramento no que diz respeito às diversas relações estabelecidas com a envolvente próxima e com a topografia específica do lugar. Tudo isto, ao mesmo tempo que se mantém a coerência de imagem em todo o bairro, potenciando a sua visão como uma unidade.

Desta forma o módulo habitacional foi concebido de acordo com 3 tipos, conforme a localização do pátio (se no interior do quarteirão, se em ligação com a rua) e a localização da entrada principal (se no piso inferior, se no piso superior).

- **Tipo A:** a entrada faz-se pelo piso inferior e o pátio está virado para o interior do quarteirão.
- **Tipo B:** a entrada faz-se pelo piso superior e o pátio está também localizado no interior do quarteirão.
- **Tipo C:** a entrada faz-se pelo piso inferior mas o pátio encontra-se virado para a rua.

Esta é a primeira decisão que o novo morador poderá tomar - qual o tipo que corresponde melhor às suas expectativas em termos de privacidade e qual a relação que pretende estabelecer com os vizinhos e com o espaço público da rua. Por exemplo, um novo morador do bairro poderia desejar um pátio em ligação com a rua, de forma a facilitar a sua integração no bairro, enquanto que

---

<sup>93</sup> Camas, bancadas e mesas de trabalho, entre outros, podem ser adossadas às paredes de fachada sem interferir com o desenho exterior dos vãos das fachadas. Outros aspectos relacionados com o desenho definido para os vãos são debatidos mais à frente quando se abordar o Método Construtivo das habitações.

moradores actuais do bairro, com boas relações de vizinhança ou mesmo familiares, poderão desejar os pátios agregados no interior do quarteirão, fortalecendo esses laços de vizinhança.

A escolha do tipo tem também implicações, como se irá explicar a seguir, no que diz respeito à localização da habitação no quarteirão (e consequentemente, no plano urbano proposto, ver Anexo 17), e também na possibilidade de variação permitida pelo tipo (o que está também por vezes condicionada consoante a localização da habitação no quarteirão).

Iremos agora abordar cada um dos tipos de forma individual. Todos estes aspectos estão graficamente explicados no painel 11 - Módulo Habitacional, do Anexo 23.

### **Tipo A**

O Tipo A é o que permite maior versatilidade e possui maior opções de variação. É também o maior com 148,72m<sup>2</sup> de área de lote (na sua versão base) e até 233,08m<sup>2</sup> de área de construção (com um índice de 1,57). A área útil máxima é assim de 166,55m<sup>2</sup>, o que corresponde a 72% da área de construção, permitindo tipologias do T1 ao T5.

O Tipo A localiza-se normalmente nas cotas inferiores dos quarteirões, correspondendo a 50 dos 128 lotes (39%).

O piso base em L é composto, no lado maior, por duas divisões, separadas pela caixa de escadas e pelas instalações sanitárias. Uma das divisões dá para a rua enquanto a outra permite a ligação com o pátio nas traseiras. O lado menor do L faz a relação entre a entrada principal da rua e o pátio. Este é o esquema base de piso que pode evoluir e ser apropriado de várias formas, consoante o agregado familiar alvo e as suas necessidades e aspirações.

No total o Tipo A permite 94 variantes<sup>94</sup>.

A primeira opção do futuro morador diz respeito à tipologia pretendida. O Tipo A permite a construção de habitações com uma a cinco divisões (T1, T2, T3, T4 ou T5). Do T1 ao T3 é possível optar por tornar os pisos independentes (no máximo, T2+T2 ou T3+T1), com uma segunda entrada no patamar da escada que liga com a fachada lateral (isto, claro, sempre que a implantação do lote no plano o permita, ou seja, no lote de canto dos quarteirões - 26 lotes).

Quanto às outras variáveis temos quatro questões.

As habitações sem pisos independentes localizadas nos lotes de canto (e mesmo todas as outras, embora não seja recomendável a nível de projecto), estando associadas aos percursos pedonais no interior do bairro, podem criar um pequeno espaço para uma loja na área da sala junto à entrada, no piso térreo, usando-se como entrada para a habitação a do patamar da escada.

A localização da zona de preparação de refeições também é passível de escolha, existindo três opções. Pode-se preferir uma cozinha em divisão própria, escolhendo utilizar para essa função a

---

<sup>94</sup> Consultar o Anexo 18 para uma listagem completa de todas as variantes.

divisão virada para a rua ou em ligação com o pátio, consoante se pretende um espaço com maior relação com o espaço público exterior ou como apoio às actividades do espaço exterior privado. A outra alternativa, pensada, sobretudo, para as tipologias menores, até ao T3, consiste na construção de uma *kitchenette* em parte da vasta sala, junto ao pátio, na área mais afastada da entrada.

A posição da caixa de escadas e da instalação sanitária também pode ser invertida, escolhendo-se, assim, a proximidade desta última em relação à cozinha e permitindo desencontrar a entrada secundária do patamar da escada (nos lotes de canto) em relação à do vizinho, criando uma variação à simetria da rua pedonal.

Por fim, os moradores podem também optar por ter, ou não, uma pequena varanda no piso superior, correspondendo ao pequeno alpendre que assinala a entrada, de onde se pode usufruir da vista.

Nos lotes do interior do quarteirão, os moradores podem também optar por não construir o lado maior do volume em L (permitindo no máx. T4) possibilitando, assim, um pátio maior, que pode estabelecer relações visuais com os vizinhos de ambos os lados, opção adoptada na representação do plano urbano, na maioria das situações.

### **Tipo B**

O Tipo B é o menor dos lotes, mais indicado para os agregados familiares menores. Possui 114,79m<sup>2</sup> de área de lote (na sua versão base) e permite 181,40m<sup>2</sup> de área de construção no máximo (correspondendo a um índice de 1,58). A área útil máxima é de 120,53m<sup>2</sup>, ou seja, 66% da área de construção, permitindo a construção de tipologias do T1 ao T4.

O Tipo B localiza-se preferencialmente nas cotas superiores dos quarteirões, fazendo-se a entrada pelo piso superior, o que corresponde, no plano urbano, a 60 lotes (47%).

O módulo da caixa de escadas e das instalações sanitárias localiza-se junto à entrada, no ângulo formado pelo volume em L.

Este Tipo, tal como o Tipo C que se abordará a seguir, permite apenas 9 variantes<sup>95</sup>.

Os lotes do interior do quarteirão (23 lotes) são forçosamente de tipologia T1+T1, com pisos independentes de entrada comum. O quarto localiza-se no lado menor do volume em L, enquanto que a *kitchenette* e a sala ocupam o lado maior.

Os restantes lotes (37), de canto, já permitem que o piso superior possa ter janelas para o espaço público da rua pedonal, possibilitando a existência de mais duas divisões nesse piso, na área correspondente à sala e *kitchenette*. Estes lotes permitem também que a divisão ligada à fachada principal possa ser transformada em loja, com uma entrada directa para a rua.

---

<sup>95</sup> Consultar o Anexo 18 para uma listagem completa de todas as variantes.



### **Tipo C**

O Tipo C corresponde a uma situação intermédia e é o único que concebe o pátio em ligação com a rua, invertendo o conceito de quarteirão com os pátios privados no interior. Desta forma, a sua localização no plano urbano proposto corresponde principalmente a situações de habitação geminada ou de excepção, num total de 18 lotes (14%).

O lote possui  $142,53\text{m}^2$  (na sua versão base e permite até  $201,60\text{m}^2$  de área de construção máxima (um índice de 1,42). A área útil máxima é de  $140,40\text{m}^2$  (correspondendo a 70% da área de construção), permitindo, tal como o Tipo B, tipologias do T1 ao T4.

O volume em L, em redor do pátio por onde é feito o acesso à habitação, possui o módulo da caixa de escadas e das instalações sanitárias no ângulo formado pelo L, estando a cozinha localizada no braço menor do L, junto às instalações sanitárias, concentrando a zona de águas.

Como foi já referido, o tipo C permite 9 variantes<sup>96</sup>.

Em modo abstracto, embora em nenhuma situação concreta no plano urbano proposto, o tipo C também pode ser decomposto em dois pisos independentes, T1+T1, com os quartos localizados junto à fachada para a rua. A segunda entrada é feita pela rua pedonal, já ao nível do piso superior, sendo a área da caixa de escadas usada como espaço de arrumos.

Na opção de habitação unifamiliar, do T2 ao T4, o piso superior permite até três divisões.

A opção que os moradores podem tomar diz respeito à ligação que o pátio estabelece com o vizinho do lado, virando-se para ele, permitindo estabelecer melhor relações de vizinhança, assim como aumentar o volume de espaço livre, aumentando a luminosidade do mesmo e a sensação de espaciosidade (opção defendida no plano urbano proposto), ou se, pelo contrário, preferem "virar costas" ao vizinho e aumentar a relação estabelecida com o espaço público, não só com a rua secundária, mas também com a rua pedonal.

No caso do Tipo C, a possibilidade de criação de um pequeno espaço para loja, apesar de possível, não foi considerado como variação de projecto por envolver o acesso pelo pátio privado ou implicar uma alteração de fachada (para colocação de uma entrada alternativa) não aceitável em termos estéticos.

---

<sup>96</sup> Consultar o Anexo 18 para uma listagem completa de todas as variantes.

## Método Construtivo

*"Enjoy the Earth God has given us."*<sup>97</sup>

Expressão popular

Ao longo dos capítulos III e IV deu-se a conhecer, da forma mais sintética possível, todos os aspectos relevantes que se devem ter em conta na construção em terra crua, em particular os métodos de estabilização, sistemas construtivos e suas implicações. Só conhecendo tudo isso foi possível tomar decisões de projecto em termos construtivos com maior confiança, assentando nas pesquisas efectuadas e na informação recolhida, estudada e sintetizada.

A escolha do método construtivo para as habitações esteve dependente de vários factores: as características do material disponível, o estado físico do material, as ferramentas disponíveis, a necessidade de conferir resistência anti-sísmica, a estética pretendida para a construção e a exequibilidade de uma forma geral, uma vez que o objectivo será recorrer aos moradores (não só os homens, mas também mulheres e adolescentes) como mão-de-obra.

Ponderando tudo isto, a escolha recaiu sobre o **adobe** por diversas razões.

Por um lado é simples de fabricar (tanto mulheres como adolescentes podem participar no seu fabrico), tem um período de secagem mais rápido, e assemelha-se ao tijolo, permitindo uma forma de construção mais acessível (por assentamento de unidades menores, fáceis de transportar) e à qual os ex-trabalhadores da construção civil estão mais familiarizados. Por outro, torna mais fácil qualquer tipo de alteração na dimensão ou forma da unidade (não sendo difícil cortar o bloco de adobe na forma pretendida) e facilita muito a integração da estrutura anti-sísmica. Além de que é o sistema construtivo portante que permite a construção de dois pisos, assegurando um melhor controlo no que diz respeito à espessura da parede.

Idealmente, a terra seria usada na sua composição mais simples, sendo necessários testes<sup>98</sup> que afirmam as suas características específicas. A terra seria recolhida da própria fundação das habitações e dos movimentos de terra necessários à regularização das encostas. Prevê-se que as bolsas de terra mais promissoras sejam as referentes à encosta do miradouro e ao empreendimento inacabado a norte, que sendo as primeiras zonas a intervencionar possibilitariam gerar algum excedente de material. No caso de ser necessária a estabilização da terra, a recomendação (sempre dependente de testes de resistência com amostras de tamanho real) seria recorrer ao uso da cal<sup>99</sup>, que

---

<sup>97</sup> *"Aproveita a Terra que Deus nos deu."* - tradução da autora.

<sup>98</sup> Podem ser utilizados testes empíricos no local ou testes de laboratório, se se conseguir obter parcerias com faculdades de Engenharia, por exemplo.

<sup>99</sup> Existe igualmente a opção de se fazer o investimento numa máquina de compressão para produção de BTC's, cujo uso poderia ser rentabilizado em construções futuras executadas pela empresa de construção formada no bairro, mas esta opção não seria a ideal, apesar de acelerar a produção dos adobes, e estaria sempre dependente da confirmação de aumento de resistência através de testes em amostras.

para além de ser um material barato e acessível, é um material renovável e mais ecológico que o cimento, como já foi referido<sup>100</sup>.

As paredes portantes são então construídas em adobes com dimensão de 36x16x11cm, permitindo sem dificuldade a construção de paredes de variadas espessuras. As paredes exteriores possuem 55cm (3x11cm, mais argamassa e reboco), as paredes de suporte ao vão da caixa de escadas são de 40cm (36cm, mais reboco), os muretes são de 20cm (16cm, mais reboco) e as paredes interiores são de 15cm, sendo o adobe utilizado ao alto.

Estas espessuras de parede permitem não só que se trate de uma estrutura portante mas também que não será necessário isolar as paredes termicamente com recurso a outros materiais mais dispendiosos. Segundo Minke<sup>101</sup>, o valor de transmissão térmica de uma parede de terra maciça (sem inertes leves) com 30cm de espessura é de 1,3W/m<sup>2</sup>°C, sendo o mínimo exigido para Odivelas de 1,8W/m<sup>2</sup>°C para superfícies verticais, segundo o RCCTE. Também o valor da inércia avaliada pelo regulamento está perfeitamente garantida com a utilização da terra.

Várias soluções para a resistência anti-sísmica foram tidas em conta. É sabido que em Portugal, devido às dificuldades de licenciamento de construções em terra crua se opta usualmente pela estrutura corrente de betão armado, mas esta não é a solução ideal por ser de difícil execução dentro da mecânica de auto-construção e principalmente pela normal incompatibilidade física entre o betão e a terra. Poder-se-ia ter optado pela estrutura em madeira, à semelhança da gaiola pombalina mas trata-se de um material oneroso em Portugal e como tal o seu uso torna-se mais indicado para os edifícios públicos e equipamentos de construção mais complexa. A estrutura metálica foi rejeitada fundamentalmente pelas mesmas razões. Assim, as opções mais viáveis são as utilizadas na América do Sul em muitos dos projectos de habitação social construídos em terra crua. Poder-se-ia utilizar o reforço interior em bambu ou as redes embutidas no reboco. Este último seria sem dúvida o mais eficiente, mas a opção pelo bambu, igualmente segura, garantindo o não colapso do edifício, é mais económica, podendo a matéria-prima ser produzida pelos próprios moradores e, adicionalmente, constituir-se como uma fonte de rendimento para o futuro dos residentes.

O bambu faz assim a ligação entre as fundações, em alvenaria de pedra assente em argamassa de cal hidráulica, e a viga de coroamento em madeira, que assegura a distribuição uniforme das cargas ao longo de toda a parede. O seu afastamento não poderá ser superior a 72cm entre eixos, seguindo um ritmo associado à métrica dos adobes.

As fundações são elevadas 50cm em relação ao pavimento (correspondendo ao assentamento das janelas) nas paredes exteriores para melhor protecção do adobe, e no caso das habitações de Tipo A e C, por se localizarem nas cotas mais baixas dos quarteirões, como forma de suavizar o desnível

---

<sup>100</sup> Recorda-se a importância de utilização correcta da cal e das medidas de segurança apropriadas.

<sup>101</sup> Em países mais frios onde o requerido é 0,3W/m<sup>2</sup>°C o isolamento adicional é obrigatório, assim como protecção contra os ciclos de congelamento. Fonte: MINKE, Gernot - *Building with Earth*.

do terreno e aumentar a privacidade da habitação em relação ao espaço público, a cota de soleira é elevada cerca de 45cm (valor variável dependendo da implantação exacta da habitação) em relação à cota da rua.

A estrutura dos pisos é executada com recurso a vigas duplas de bambu ligadas com cordas naturais e assentes nas vigas de coroamento. Sobre estas vigas são colocadas as chapas galvanizadas trapezoidais, com as quais já estão familiarizados no bairro<sup>102</sup>, em sentido perpendicular, conferindo uma maior resistência.

Os pisos interiores são feitos igualmente em terra, com acabamento em óleo de linhaça, uma opção económica que tira partido de mais uma potencialidade do material e permite a interpretação do edifício como toda uma continuidade, dos tectos em "barro-cartonado"<sup>103</sup>, ao pavimento em terra, passando pelo reboco das paredes em argila. O pavimento mantém assim a cor natural da terra, enquanto as paredes e o tecto são pintados de cor creme, com tinta apropriada, criando uma superfície mais clara, mas integrada no ambiente. Esta opção de utilização da terra como pavimento também permite facilmente a sua substituição no futuro por outros materiais.

As únicas superfícies distintas localizar-se-iam nas zonas de águas, cozinha/kitchenette e instalações sanitárias, em que o revestimento seria em azulejo e mosaico.

Esta forma simples de construção também permite que a habitação possa sofrer evoluções ao longo do tempo. Na construção inicial da habitação poderá apenas ser necessário uma tipologia menor. Assim, o piso superior pode ser parcialmente um terraço, num dos lados do volume em L, e/ou poderá optar-se por uma sala de duplo pé-direito, criando uma espacialidade diferente e enriquecendo as possibilidades de apropriação pelos diferentes moradores (sobretudo quando for o caso de novos moradores do bairro, com distintos passados culturais). A primeira opção segue a lógica de evolução de crescimento por adição para o exterior, com a construção de mais uma divisão na área correspondente ao terraço, enquanto que a segunda segue a lógica de evolução de crescimento para o interior, tendo já a estrutura das paredes exteriores construídas, sendo apenas necessário adicionar o pavimento e as paredes interiores respeitantes às divisões necessárias, numa evolução sucessiva.

Quanto às coberturas optou-se por fazer uma reinterpretação moderna das coberturas, predominantemente planas em chapa metálica, que existem no bairro. Optou-se assim pela criação de coberturas de reduzida pendente, constituídas por uma estrutura de vigas de bambu e chapa galvanizada, como foi já referido. No entanto, como forma de evitar a exposição da chapa à intempérie e isolá-la termicamente, e também a nível sonoro, decidiu-se recorrer novamente à terra

---

<sup>102</sup> Eventualmente seria possível a reutilização das mesmas.

<sup>103</sup> Placa de tecto falso, semelhante ao gesso-cartonado mas executada com pasta de terra argilosa. Um método de fabrico artesanal reforçado com malha de bambu é descrito no *Manual do Arquitecto Descalço* de Johan van Lengen.



como material. As coberturas verdes, como já foi referido no capítulo IV, possuem inúmeras vantagens, mas aqui, para além de se tirar partido de todas elas, pretendeu-se mostrar que o condicionalismo económico não tem razão de ser quando se trata de tomar as opções mais ecológicas e amigas do ambiente e que habitações como as dos negativamente apelidados "bairros sociais" também podem seguir o que se considera ser a vanguarda das boas práticas.

Esta questão é tão mais importante se considerarmos que, por um lado, é suposto este bairro poder atrair e ser habitado por outras classes sociais, com outro tipo de ambições e preocupações sociais e ambientais, mas também, sendo a construção do seu bairro um futuro "cartão de visita" para a empresa de construção em terra, de iniciativa dos auto-construtores, seria desejável que esta reflectisse as novas formas de ver a arquitectura, que respondesse já aos novos desafios ambientais propostos pela nova legislação (que cada vez se torna mais exigente) e, acima de tudo, que tirasse o máximo partido da utilização da terra em todas as suas valências.

Construiu-se assim a pendente de 5% com argila expandida para um mesmo eixo a meio da habitação. O canal de escoamento das águas filtra-as e recolhe-as para um depósito sob a habitação para serem usadas na rega ou mesmo nas descargas do autoclismo. Esta calha metálica termina sempre num tubo ladrão evitando problemas em caso de entupimento. De forma a diminuir o peso sobre a cobertura e garantir uma reduzida manutenção (ver Fig. 238 e 239), a camada vegetal é de apenas 15cm de espessura e são utilizadas espécies endógenas da zona, de preferência através da reposição da própria camada de terra vegetal retirada durante o processo de construção.

Esta pendente da cobertura e os muretes sobre-elevados permite mais tarde que a instalação de painéis solares ou fotovoltaicos tenham um menor impacto sobre a estética exterior da habitação.

De forma a garantir que as paredes portantes em terra têm capacidade para resistir às forças de compressão provocadas pela cobertura (e restante construção) foram efectuados cálculos básicos (ignorando os vãos e as diferentes alturas da parede de terra - que, normalmente, recorde-se, está semi-enterrada) tendo o módulo habitacional de Tipo A na sua máxima construção, como referência.



Fig. 238 Cobertura Verde

Fonte: <http://especiais.ne10.uol.com.br/vocemais20/018-desastres-naturais.html>.



Fig. 239 Vegetação Rasteira em Cobertura Verde

Fonte: <http://quintaldicasa.blogspot.pt/2012/03/telhados-ou-coberturas-verdes.html>.

Assim sendo, considerou-se:

Área da cobertura:  $96,32\text{m}^2$  com altura máxima de 60cm (dos quais 15cm são de terra vegetal)

Área de parede no piso térreo (incluindo paredes e portas):  $22,72\text{m}^2$  com altura máxima de 6,62m

Componente da construção	Peso Específico (Kg/m <sup>3</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	Total de Peso Próprio (Kg)
Terra Vegetal Húmida	$1.800^{104}$	$96,32 \times 0,15 = 14,45$	26.010
Argila Expandida	$350^{105}$	$96,32 \times 0,45 : 2 = 21,67$	7.585
Pavimento	$1.700^{106}$	$81,84 \times 0,11 = 9$	15.300
Paredes	$1.700^{107}$	$22,72 \times 6,62 = 150,4$	255.680
<b>Total</b>			304.575

Posto isto a carga total de peso próprio sobre as paredes é de 304.575kg, o que corresponde a cerca de  $13.406\text{kg/m}^2$ , ou seja  $1,34\text{kg/cm}^2$ . Ora como foi referido anteriormente, o adobe normal resiste entre 12 e  $14,5\text{kg/cm}^2$  e se estabilizado esse valor pode ir até aos  $31\text{kg/cm}^2$ , o que é perfeitamente aceitável estando dentro dos valores de segurança.

Quanto aos revestimentos exteriores, optou-se pelo reboco em cal, com a necessária caiação anual. A cal, como já foi referido, permite uma excelente compatibilidade com a terra, aumentando a sua capacidade de resistência ao longo do tempo, além de ser uma opção económica e bastante ecológica. O facto de necessitar de manutenção anual poderia ser vista como uma desvantagem, principalmente no caso de esta ser onerosa, o que não é o caso, mas o facto de as habitações serem essencialmente unifamiliares, torna essa operação mais fácil. Serem os próprios moradores a construírem as suas casas faz com que entendam melhor a importância das operações de manutenção (que com a utilização de materiais mais duráveis seriam mais facilmente desprezadas) e tenham mais estima pela sua habitação. Desta forma, torna-se mais fácil assegurar que o bairro mantém uma imagem limpa e um espaço público mais agradável, renovado todos os anos.

No revestimento exterior junto aos vãos e na pavimentação exterior da habitação (no alpendre, terraço e pátio) foi utilizado tijoleira de cor clara (um tom aproximado do da terra

<sup>104</sup> Fonte: <https://www.ricardodolabella.com/downloads/pesospecificos.doc>.

<sup>105</sup> Valor máximo aproximado. Fonte: [http://www.topeca.pt/public/images/products/Caracter\\_Tecnicas\\_Argex\\_\(Portugal\)\\_2.pdf](http://www.topeca.pt/public/images/products/Caracter_Tecnicas_Argex_(Portugal)_2.pdf).

<sup>106</sup> Foi considerada como referência a mesma densidade das paredes.

<sup>107</sup> Densidade máxima do adobe moldado ou mecânico sem compressão.

estabilizada com cal) com dimensões que remetem para as dimensões do adobe usado na construção, como forma de reflectir o método construtivo no exterior, que para todos os efeitos está oculto sob o reboco. Para além disso, a sua aplicação junto aos vãos permite, por um lado reduzir a área a cair, e por outro aumentar a resistência das laterais dos vãos, uma zona de tratamento sempre delicado. A aplicação desse revestimento cria, assim, uma leitura horizontal dos vãos (reforçada pela caixilharia e estore também em cor creme) contrapondo a sua verticalidade.

Por fim, os vãos também foram alvo de preocupação, pretendendo-se reduzir ao máximo o número de variantes. Assim, para a execução do projecto serão necessárias apenas três tipos de portas e três tipos de janelas. As janelas são de peito em PVC lacado com as dimensões de 0,9x1,5m, as mais comuns associadas à métrica das portas exteriores, 0,76x1,26m, em proporção com as anteriores quando no Tipo A torna-se necessário vãos mais elevados e de dimensões mais reduzida para permitir uma maior privacidade, e 0,9x1,1m, na única janela do módulo do Tipo A que se vira para a rua pedonal, criando um poço de luz que não só permite uma entrada de luz zenital na divisão semi-enterrada, criando um espaço diferente que pode ser apropriado pelos moradores trazendo a natureza para o interior, mas também contribui para a diminuição da linearidade do percurso pedonal, tornando-o mais interessante nas apropriações que propicia. Quanto às portas existem as exteriores opacas, as que dão acesso ao pátio, com um envidraçado que remete para as das próprias janelas, ambas com 90cm de largura e as portas interiores em madeira, com 80cm (ou 70cm no caso das que servem as zonas de arrumos).

No que diz respeito ao método construtivo fica apenas a faltar referir que apesar de todas as regras atrás estipuladas os moradores têm ainda assim, muitas formas de personalizar a sua habitação, e o estudo exaustivo apresentado anteriormente pretende igualmente servir para instruir os moradores em todas as técnicas de construção em terra (mesmo que no projecto apenas utilizem algumas) e todas as potencialidades que a terra crua lhes permite. Uma das sugestões que deixaria como exemplo seria a possibilidade de iluminação das instalações sanitárias através de recipientes de vidro (ou tijolos de vidro) colocadas na parede interior de ligação a uma divisão iluminada naturalmente<sup>108</sup>. Mas muitas outras formas de personalização são possíveis, sem interferir gravemente na lógica do projecto e na leitura do espaço público. As habitações são feitas pelas mãos dos moradores e como qualquer peça de artesanato, será sempre única e irrepetível.

*“Worker is he who works with his/her hands; artisan is he/she who works with his/her hands and intelligence; but artist is he/she who works with his/her hands, intelligence and heart”<sup>109</sup>.*

---

<sup>108</sup> Refira-se que a possibilidade de iluminação natural das instalações sanitárias foi descartada por, em primeiro lugar, não ser compatível com a estética de vãos pretendida para o exterior, não ser possível o mesmo tratamento para ambos os pisos e por ser a antecâmara e não a casa-de-banho em si a que mais necessitaria dessa valência.

<sup>109</sup> “trabalhador é aquele que trabalha com as mãos, artesão é o que trabalha com as mãos e a inteligência, mas artista é aquele que trabalha com as mãos, a inteligência e o coração” - tradução da autora.

Termina-se este capítulo respeitante ao método construtivo com uma citação da Bíblia: "Da terra vieste, à terra voltarás."<sup>110</sup>

Talvez a grande mais valia deste sistema construtivo seja a capacidade de, apesar de construído de forma maciça, para durar, reforçando a sensação de segurança e de perenidade das suas habitações, actualmente construídas, muitas delas, a pensar na efemeridade, enfatizando a fragilidade da sua posição social, não impedir o total repensar da habitação e da cidade, que, como sabemos, está sempre em constante mudança. Sendo construído em terra crua, é possível, como se viu, demolir a habitação gerando o mínimo de entulho e podendo reutilizar a terra no próprio solo ou noutra construção. A própria dimensão generosa dos lotes, muitas das vezes a marca mais indelével do desenho urbano (assim como a estrutura conferida pelas ruas), garante, de certa forma, uma maior liberdade de concepção e apropriação no futuro, impondo menores restrições ao repensar da cidade e dos modos de vida e do habitar.

### **Adaptação ao Terreno**

Anteriormente explicou-se cada um dos tipos de módulos habitacionais propostos e o seu desenho específico. No entanto, em confronto com o terreno concreto do local nem sempre o desenho dos mesmos segue as regras definidas e algumas alterações ao projecto inicial são consideradas para melhor responder a essas situações específicas.

A frente de rua é sempre a mesma, 10,25m, permitindo que todos os módulos habitacionais joguem entre si na formação dos quarteirões. No entanto, no sentido de permitir que estes, ao seguir as curvas de nível do terreno ao longo das encostas, se adaptem, na sua forma, à topografia, foi definida uma regra de deformação do volume em L estipulado no desenho da habitação. Assim, tanto o Tipo B como o Tipo C sofrem uma rotação do ângulo em 5°, originando um pátio mais aberto. O Tipo A adapta-se a esta deformação, aumentando 1m no lado menor do L, permitindo a compatibilização dos diferentes tipos quando agregados em quarteirão. Desta forma, os percursos pedonais desenvolvem-se verdadeiramente ao longo da encosta apresentando configurações sempre únicas.

O assentamento das habitações em diferentes cotas também permite que diferentes relações entre os pátios privados vizinhos se estabeleçam, conforme se trate de um desnível de um piso, de um metro, de três degraus ou em plano contínuo. As separações físicas entre os pátios representadas com muretes no projecto, são na realidade deixadas à consideração dos moradores (exemplo de alternativas são barreiras vegetais de diferentes alturas), podendo, conforme a relação entre os moradores, ser totalmente eliminadas.

---

Fonte: <http://www.casaterracota.com/web/index.php/en/casa-terracota>.

<sup>110</sup> Esta é a expressão corrente do versículo Gen 3:19: "Comerás o teu pão com o suor do teu rosto, até que voltes para a terra, pois dela foste tirado. Tu és pó, e ao pó voltarás."



Por fim, existem situações em que o módulo habitacional concebido para uma situação semi-enterrada ao longo da encosta encontra-se em terreno plano ou outro tipo de implantação diversa que obriga a alterações a nível do número de vãos ou da sua localização, ou mesmo da forma de entrada na habitação, adaptando-se assim à situação concreta em que estão localizados.

### **6.3.2.3 -3º Construir Equipamentos de Apoio à População**

Os diferentes equipamentos propostos estão assinalados no Anexo 20.

#### **Associação de Moradores**

A criação de uma associação de moradores é uma das primeiras reivindicações dos moradores, servindo para a sua própria organização e facilitando o diálogo entre os residentes e as entidades públicas, um factor fundamental em qualquer reabilitação urbana, e em particular no bairro do Barruncho, onde os problemas sociais e económicos não podem ser ignorados.

Possuir um local que sirva e represente essa associação é importante, não só a nível prático, permitindo alojar as reuniões dos moradores e divulgando as informações pertinentes para o bairro e para a freguesia, mas também ajudando à construção da imagem identitária do bairro.

Neste sentido, a antiga fábrica de peles, actualmente em ruínas, devido à posição dominante e estratégica que assume dentro do bairro torna-a ideal para albergar esta função. O projecto consistiria numa reabilitação do edifício em alvenaria de pedra, da qual se aproveitaria pouco mais do que as paredes. As coberturas seriam reconstruídas com uma estrutura análoga à usada nas habitações - cobertura "verde" de uma água, com reduzida inclinação, assente numa estrutura em chapa metálica trapezoidal e vigas em bambu - e as paredes seriam igualmente rebocadas e caiadas de branco.

O edifício é relativamente grande com 340m<sup>2</sup> de área de implantação, e é dividido em dois volumes, um de um piso e outro de dois, assentes em cotas diferentes. Os volumes ligam-se através de uma escada permitindo tirar partido do desnível como de um púlpito ou um palco elevado, facilitando a realização de apresentações ou palestras. As salas dos diferentes pisos são mantidas livres para permitir o máximo de flexibilidade, possibilitando a realização das reuniões de moradores mas também de vários outros tipos de actividades. As únicas divisões são no primeiro piso: um gabinete fechado, criando uma área de maior privacidade, e as instalações sanitárias. O vazio da chaminé seria preenchido com prateleiras integradas na construção em ambos os pisos. Idealmente, estes espaços, e principalmente o último piso, poderia ser utilizado como sala de estudo ou de actividades de tempos livres (A.T.L.) para os residentes mais jovens, uma necessidade igualmente detectada durante os questionários à população.

A praça exterior, no lado mais elevado, seria modelada a nível de cotas através de uma pequena escadaria em forma de anfiteatro com apenas um lado frontal e outro lateral, tendo a antiga fábrica de peles como pano de fundo. Um espelho de água reaproveita o antigo tanque que ali existe. Esta pequena praça pode servir diversos fins, reuniões ao ar livre, ou mesmo pequenos espetáculos culturais, sendo que o próprio edifício da associação de moradores serviria com "apoio de palco", com três portas permitindo a entrada e saída dos intervenientes.

## **Creche**

A necessidade de uma creche é igualmente um dos equipamentos públicos mais referidos pelos moradores. O projecto proposto reconhece esta ausência e opta por localizar este equipamento no ponto mais alto do bairro, junto à principal entrada do bairro, a Este, imediatamente ao lado da Escola Básica do 2º e 3º Ciclo, sendo visível e acessível da rua Marechal Craveiro Lopes. Uma vez que a creche deverá servir, não só os habitantes do bairro do Barruncho, mas também da restante freguesia, esta posição de charneira, no limite Este do bairro, reforça esta ideia servindo o equipamento como ponto de contacto entre os moradores e a restante freguesia.

A creche permite igualmente a criação de emprego junto ao bairro.

Quanto ao edifício em si, é composto por um volume alongado no lado norte do lote trapezoidal. As salas sucedem-se ao longo de um corredor viradas a Sul para o pátio exterior. O piso inferior é fragmentado, segundo a lógica das salas, seguindo o declive do terreno. O segundo piso, apenas parcial e destina-se às salas dos bebés e dos mais novos. A construção recorreria também à terra como material de construção, mas por se tratar de um equipamento público de maior dimensão, esta seria usada apenas como enchimento de uma estrutura de suporte em madeira.

## **Biblioteca e Café / Restaurante**

Estes equipamentos pretendem servir de suporte ao espaço público do Miradouro. O café / restaurante poderia usufruir de uma esplanada exterior sempre que o tempo o permitir e a biblioteca seria um espaço de complemento à Escola Básica do 2º e 3º Ciclos, principalmente devido à sua proximidade. Biblioteca e café / restaurante, apesar de constituírem-se como um único edifício, teriam funcionamento e entradas independentes. O seu volume paralelepípedo funciona como continuação do volume da Creche, apresentando igualmente dois pisos, o superior dedicado exclusivamente à biblioteca e o inferior, de maior pé-direito, dedicado na sua maioria ao café / restaurante. Seria interessante promover uma ligação interior entre a Creche e a Biblioteca, permitindo tirar partido desta valência, sem no entanto prejudicar a independência e segurança dos dois espaços (ex. através de uma dupla porta).

O tipo de construção seria análoga à da Creche, com a diferença, no entanto, de este edifício apresentar uma fachada para Oeste com maior predominância de envidraçados de forma a tirar partido das vistas proporcionadas pelo Miradouro.

### **Pavilhão Desportivo**

A proposta de construção de um Pavilhão Desportivo surgiu do facto de não existir grande oferta destas valências na freguesia e de haver receptividade dos moradores para este tipo de actividades, não só dos mais novos, com o futebol e a dança, mas também pelos homens adultos no que diz respeito ao *fitness* e à musculação. Assim, este projecto concebeu um pequeno Pavilhão Desportivo que ajudasse a colmatar estas necessidades, aberto aos moradores do bairro, mas também à freguesia.

A sua localização faz-se ao longo de uma das ruas principais do bairro, de atravessamento Este-Oeste, junto ao Parque, que também assume uma forte componente desportiva.

O edifício possui três pisos: o inferior para o estacionamento semi-enterrado (27 lugares), cujo acesso se faz a partir da rotunda na cota mais baixa do terreno, e arrumos, o piso térreo onde se localiza a recepção, os balneários, o campo de futsal/basquete (de maior pé-direito) com uma pequena área de bancadas e um compartimento para arrumos, e no piso superior apenas duas salas, podendo uma ser usada para aulas de fitness e/ou dança, enquanto a outra como sala de manutenção e musculação. Este último piso possui também uma pequena galeria sobre o campo principal, permitindo aumentar o número de lugares na assistência. A capacidade máxima do pavilhão é modesta e pretende dar resposta apenas às necessidades locais, num serviço de proximidade.

A nível construtivo trata-se de um volume mais compacto, com poucas aberturas, fazendo sobressair o volume envidraçado da caixa de escadas. Sendo igualmente um equipamento público com grandes vãos, o material de terra é usado como enchimento de uma estrutura de suporte em madeira. A cobertura segue a mesma lógica da utilizada nas habitações, com apenas uma pendente, seguindo a inclinação da encosta onde assenta, virada a sul, facilitando a implementação de painéis solares para fornecimento dos balneários.

### **Estação de Metropolitano da Póvoa de S. Adrião**

O prolongamento da linha amarela até Loures é um dos planos de desenvolvimento previstos a nível da estratégia regional e do PDM. O alargamento da rede de metropolitano aos concelhos limítrofes da cidade de Lisboa tem como objectivo principal servir os movimentos pendulares, casa-trabalho-casa, diários entre os "subúrbios" e a capital, diminuindo o recurso do automóvel nesse trajectos e contribuindo assim para a diminuição do tráfego e da poluição associada, na cidade de Lisboa.

Neste sentido, o prolongamento desta linha contemplará uma estação no interior da área de intervenção, a sul, onde actualmente se situa umas instalações da PT, servindo desta forma a freguesia de Póvoa de Santo Adrião e parte de Odivelas.



Esta proposta de requalificação do bairro do Barruncho considera fundamental ter este aspecto em consideração, uma vez que se trata de uma mais valia local e regional, mas que se deveria pensar de forma mais abrangente e a longo prazo (uma vez que esta não é considerada uma intervenção prioritária). Assim, o meu projecto propõe alterar a localização estimada da estação para a encosta oeste, de forma a afastá-la da área mais residencial e ligá-la aos eixos de comunicação principais de maior tráfego onde inclusivamente será mais fácil a integração de uma infraestrutura deste porte. Desta forma, é possível dar a esta estação um carácter de plataforma intermodal, associando paragem de autocarros, estação de táxis e estacionamento para 68 viaturas à superfície, funcionando como complemento da Estação do Sr. Roubado, à saída da cidade de Lisboa.

### **Outras áreas de comércio e serviços**

Como foi mencionado no capítulo 6.3.2.1 - 1º Requalificar o Espaço Público, foram definidos lotes em zonas específicas associadas aos principais espaços públicos dedicados exclusivamente a comércio e serviços, numa política de proximidade e com capacidade para gerar emprego.

Sendo um bairro pequeno foram criadas pequenas bolsas junto às entradas do bairro, no Largo Sul, principalmente, junto ao Miradouro, junto ao Largo Norte e ao longo do principal eixo de atravessamento do bairro, apenas de um dos lados da rua, funcionando como fechamento dos quarteirões habitacionais.

Os edifícios são esboçados no seu volume, até dois pisos, conforme o local em que estão implantados e a sua divisão interna seria idealmente flexível, permitindo a criação de lojas com diferentes áreas, habilitando-as para variados destinos comerciais. Os únicos edifícios cuja função o plano recomenda são o café/restaurante junto ao Pavilhão Desportivo, tirando partido da proximidade deste equipamento e do vale da ribeira do Barruncho e o café/bar no interior de um quarteirão habitacional na encosta norte, proporcionando um local de encontro e convívio preferencial para os habitantes do bairro.

Outros equipamentos, como o parque infantil e o quiosque, são referidos no capítulo 6.3.2.1 - 1º Requalificar o Espaço Público.

#### 6.4.2.4 -4º Manter e Expandir, quando possível, as Hortas Urbanas Existentes

A existência de hortas urbanas<sup>111</sup> é uma das potencialidades do bairro mais visível e que faz parte da imagem e das vivências do bairro, ajudando à subsistência da população, não só do bairro do Barruncho, mas também dos bairros circundantes.

O seguinte excerto é bastante explícito desta realidade e denota também as vantagens que a exploração das hortas urbanas trás a nível das vivências e relações sociais:

*"Manuel de Sousa, que morou no Barruncho até se casar - e que ainda ali se dirige todos os dias para tratar da sua horta – é crítico: «Eu quis ter uma vida diferente. Também podia agarrar numa mão cheia de tábuas e voltar a construir uma barraca para depois exigir uma casa. Muitos dos que aqui moram se calhar nunca contribuíram para o país mas recebem habitações. Aqueles que sempre descontaram não têm direito a nada». Hoje tem quatro irmãos a morar numa das extremidades da área clandestina, que visita regularmente, e só espera que não o privem dos terrenos onde cultiva feijão, tomate, ou milho, há 42 anos. De 55 anos e a aguardar a pré-reforma, afirma, tal como os outros entrevistados, que ali não se vive um clima de insegurança como na Cova da Moura ou na Musgueira: «Por vezes surgem rivalidades entre grupos mas nada que se compare a outros bairros, esses sim problemáticos. Além disso há laços de solidariedade entre algumas pessoas»."*<sup>112</sup>

O projecto proposto pretende manter grande parte destas hortas já cultivadas, regularizando-as, dividindo-as em lotes de diferentes dimensões e criando estruturas de apoio, para armazenagem de materiais e ferramentas. Muitas destas áreas cultivadas, por se encontrarem junto à ribeira ou em encostas de grande declive, dificilmente poderiam ser consideradas como área de construção de edifícios, pelo que manter as hortas urbanas é a estratégia mais interessante, ajudando a manter a permeabilidade do solo (principalmente nas zonas de cheia) e criando áreas verdes produtivas (de manutenção garantida) que melhoram a qualidade do ambiente do bairro. Assim, foram definidas 4 áreas de hortas distintas devidamente vedadas: duas junto à ribeira, separadas pelo Parque, uma na encosta sob o Miradouro e a última junto à entrada Sul (ver Anexo 21).

As hortas urbanas divididas em lotes, colocados à disposição dos residentes e de todas as pessoas que nelas tenham interesse, pode ajudar a desenvolver o sentido de responsabilidade ecológica de toda a população e igualmente fomentar a interacção entre as pessoas, tornando o bairro mais coeso e esbatendo as barreiras entre as diferentes comunidades e grupos sociais.

---

<sup>111</sup> Alguns dos moradores fazem também criação de cabras, prática que se poderia manter a par das hortas urbanas, tornando a iniciativa mais aliciante para o desenvolvimento de projectos de educação ambiental, no espírito das chamadas "quintas pedagógicas", principalmente devido à proximidade da Escola Básica de 2º e 3º Ciclo.

<sup>112</sup> Fonte: MANSO, Lina - O bairro onde os sonhos não entram [Em linha]. Nova Odivelas.

### 6.3.2.5 Faseamento do Projecto

No caso da proposta de reabilitação do bairro anteriormente apresentada ser executada, como qualquer projecto desta magnitude, que para mais possui a dificuldade de se propor a um realojamento dos moradores no mesmo bairro na sua grande maioria, terá sempre de se equacionar a sua construção de forma faseada.

Por uma questão de organização toda a área de intervenção foi dividida em 16 unidades de execução, com limites, na maioria dos casos, pelos eixos das ruas e agregando áreas de características semelhantes.

A numeração das mesmas segue sensivelmente a ordem de prioridade de execução, sendo que algumas poderão idealmente ser desenvolvidas simultaneamente.

I - Urbanização a Norte	IX - Núcleo sob o Miradouro e Hortas urbanas
II - Miradouro, Associação de Moradores e Creche	X - Núcleo Central
III - Casal do Privilégio e Parque Infantil	XI - Núcleo Central
IV - Encosta Norte	XII - Parque e Hortas Urbanas
V - Encosta Norte	XIII - Pavilhão Desportivo
VI - Encosta Norte	XIV - Hortas Urbanas
VII - Encosta Norte	XV - Hortas Urbanas
VIII - Largo e Entrada Sul	XVI - Metro e Ligação Rodoviária

As primeiras unidades de execução (ver Anexo 22) a avançar serão as I, II, e III, por se tratarem de equipamentos prioritários, como a Associação de Moradores e a creche e por permitirem a construção de 22 lotes sem interferirem directamente no bairro.

As duas unidades de execução seguintes, na encosta norte, menos densificada, permitem igualmente a construção de mais 16 lotes habitacionais sem haver ainda necessidade de se proceder a demolições.

A partir deste ponto, a reconstrução do bairro far-se-á faseadamente realojando os moradores das habitações demolidas nas novas habitações acabadas de construir, sendo as habitações mantidas reabilitadas na mesma altura. O Parque, o Pavilhão Desportivo e a reestruturação das hortas urbanas poderá ser deixado para mais tarde, não tendo carácter prioritário, ao contrário das acessibilidades das ruas principais, que deverão ser executadas assim que possível, permitindo a completa distribuição das redes de infraestruturas. A construção da estação do metro e o prolongamento da ligação rodoviária constitui uma decisão de interesse público superior pelo que está dependente da vontade política e da disponibilidade económica, daí que apenas sido prevista e projectada a sua inclusão no plano urbano, apesar de se reconhecer a dificuldade da sua construção num futuro próximo.

Como é perceptível, trata-se um projecto complexo e que exige uma cuidadosa planificação. Será necessário perceber os diversos tempos de construção, começando pela preparação do terreno, recolha da matéria-prima, fabricação e secagem dos adobes, construção em todas as suas fases e caiação, num processo que poderá levar alguns anos. Idealmente começar-se-ia imediatamente com a plantação do bambu que levará 3 a 5 anos para ser utilizado na construção.

A vantagem de se trabalhar com a terra e seguindo um sistema de auto-construção é que se torna mais fácil gerir o longo processo de construção, com os seus períodos de trabalho mais intensivo e adaptando os planos de faseamento aos recursos financeiros disponíveis.



## VII - Conclusão

Este projecto assenta na perspectiva de que é possível reconstruir o bairro do Barruncho, com habitações condignas, espaços públicos de qualidade e equipamentos que sirvam verdadeiramente as necessidades da população, de maneira que a dependência sobre os subsídios estatais sejam o mais reduzido possível, dando-lhe uma viabilidade económica vital não só para o problema imediato da reconstrução do bairro, mas também numa perspectiva de visão do futuro.

Utilizar o que a terra nos dá, em todos os sentidos, é a solução defendida neste projecto. Neste caso específico, isso significa recorrer à política de auto-construção pelos próprios moradores e à utilização da própria terra crua como matéria-prima de construção, o que ajudaria a reduzir grande parte dos custos da intervenção, para além de permitir o desenvolvimento de novos conhecimentos práticos de construção, que poderiam ser utilizados na criação de uma empresa especializada de construção em terra, viabilizando a sustentabilidade económica e social dos moradores do bairro a longo prazo, um aspecto que neste caso não pode ser descurado.

Para além das vantagens económicas desta estratégia construtiva, é importante não descurar as vantagens ecológicas da terra crua. Sendo um material naturalmente sustentável, o seu uso (comum em Portugal até aos anos 50) poderia ser novamente reconsiderado num mundo que, segundo a Estratégia Europeia para 2020, deverá fazer com que a construção tenha um menor impacto a nível de consumo de recursos, matérias-primas e energia.

Um projecto como este, se executado, poderia, no limite, servir como referência da construção sustentável em terra crua no nosso país e ajudar a combater o estigma associado a este tipo de construção.

O próximo passo é reunir vontades e iniciativa para que o projecto saia do papel e se torne uma realidade.

## VIII - Bibliografia

### Monografias:

- *Taipa em Painéis Modulados: Sistemas Construtivos 3*. 2ª Ed. Brasília: MEC/G/CEDATE, 1988.
- BEE, Becky - *The Cob Builders Handbook: You Can Hand-Sculpt Your Own Home* [Em linha]. EUA: Groundworks, 1997. ISBN: 0-9659082-0-8. [Consult. 4 Maio 2013] Disponível em WWW:<URL:[http://weblife.org/cob/pdf/cob\\_builders\\_handbook.pdf](http://weblife.org/cob/pdf/cob_builders_handbook.pdf)>.
- DETHIER, Jean (1986) - *Arquitecturas de Terra ou o Futuro de uma Tradição Milenar*. Fundação Calouste Gulbenkian, 1993.
- FATHY, Hassan (1969) - *Arquitectura para os Pobres - Uma Experiência no Egipto Rural*. Lisboa: Argumentum / Dinalivro, Nov. de 2009. ISBN: 978-972-576-550-0.
- FARIA, Obede Borges; NEVES, Célia - *Técnica de Construção com Terra* [Em linha]. Brasil: FEB-UNESP / Proterra, 2011. ISBN: 978-85-64472-00-6. [Consult. 10 Maio 2013] Disponível em WWW:<URL:[http://redproterra.org/images/stories/pub\\_pdf/tecnicas\\_de\\_construcao\\_com\\_terra.pdf](http://redproterra.org/images/stories/pub_pdf/tecnicas_de_construcao_com_terra.pdf)>.
- FORJAZ, José - *Entre o Adobe e o Aço: Ideias e Projectos*. Lisboa: Editorial Caminho, 1999. ISBN: 972-21-1276-7.
- HOUBEN, Hugo - *Earth Construction: A Comprehensive Guide*. CRATerre, 1994.
- KLEIN, Alexander - *Vivienda Mínima: 1906-1957*. Espanha: GG, 1980. ISBN: 84-252-0965-X.
- LENGEN, Johan van - *Manual do Arquitecto Descalço*. Porto Alegre e Rio de Janeiro: Livraria do Arquitecto / TIBÁ, 2004. ISBN: 858745538-9.
- MINKE, Gernot - *Construction Manual for Earthquake-Resistant houses Built of Earth* [Em linha]. Alemanha: Gate-Basin, Dez. de 2001. [Consult. 2 Abr. 2013] Disponível em WWW:<URL:[http://gernotminke.de/veroeffentlichungen/manual\\_engl.pdf](http://gernotminke.de/veroeffentlichungen/manual_engl.pdf)>.
- MINKE, Gernot - *Building with Earth: Design and Technology of a Sustainable Architecture*. Alemanha: Birkhäuser, 2009. ISBN: 978-3-7643-8992-5.
- MINKE, Gernot - *Building with Bamboo: Design and Technology of a Sustainable Architecture*. Alemanha: Birkhäuser, 2012. ISBN: 978-3-0346-0748-3.
- MUKERJI, Kiran; STULZ, Roland - *Appropriate Building Materials: a Catalogue of Potential Solutions* [Em linha]. SKAT, 1993. [Consult. 4 Abr. 2013] Disponível em WWW:<URL:<http://collections.infocollections.org/ukedu/en/d/Jsk01ae>>.
- PINHEIRO, Nuno Rui da Fonseca Santos - *A Arquitectura Regional e as Técnicas Tradicionais da Construção em Terra ao Sul do Tejo*. Lisboa: edição do autor, 1991.
- PINHEIRO, Nuno Rui da Fonseca Santos - *Uma Reflexão sobre a Arquitectura em Terra Crua*. Lisboa: edição do autor, 1991.
- PORTAS, Nuno - *Funções e Exigências de Áreas de Habitação*. Lisboa: LNEC, Fev. de 1969.
- RAEL, Ronald - *Earth Architecture*. Nova Iorque: Princeton Architectural Press, 2008. ISBN: 978-1-56898-767-5.
- TORRAL, F. Pacheco; EIRES, Rute M. G.; JALALI, Said - *Construção em Terra*. Guimarães: TecMinho, 2008. ISBN: 978-972-8692-40-7.

### Seminários:

- *Arquitecturas de Terra*. Conimbriga: Museu Monográfico de Conimbriga, Alliance Française de Coimbra e Comissão de Coordenação da Região Centro, 1992. ISBN: 972-569-034-6.
- *Houses and Cities Built with Earth: Conservation, Significance and Urban Quality*. Projecto financiado pelo Programa Cultura 2000. Lisboa: Argumentum, Junho de 2006. ISBN: 972-8479-41-7.
- *Terra em Seminário 2007*. V Seminário Arquitectura de Terra em Portugal, Aveiro, Out. de 2007. IV Seminário Arquitectura de Terra em Portugal/ Terra Brasil 2006 - I Seminário Arquitectura e Construção

com Terra no Brasil, Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil, 2006. Lisboa: Argumentum, 2007. ISBN: 978-972-8479-49-7.

- *Terra em Seminário*. IV Seminário Ibero-Americano de Construção com Terra/III Seminário Arquitectura de Terra em Portugal, Monsaraz, Out. de 2005. Lisboa: Argumentum, 2005. ISBN: 972-8479-37-9.
- *Terra: Forma de Construir - Arquitectura/ Antropologia/ Arqueologia*. 10ª Mesa-Redonda de Primavera, Porto, Março de 2006. Lisboa: Argumentum e Escola Superior Gallaecia, 2006. ISBN: 972-8479-44-1.

### **Teses, Dissertações e Relatórios:**

- BIRZNIEKS, Lauris - *Designing and Building with Compressed Earth* [Em linha]. Delft, EUA: Delft University of Technology - Faculty of Architecture, 2013. [Consult. 10 Abr. 2013] Disponível em WWW:<URL:[http://repository.tudelft.nl/assets/uuid:9e28a7a6-34b0-461b-b898-a9081b51c015/4120450\\_Report.pdf](http://repository.tudelft.nl/assets/uuid:9e28a7a6-34b0-461b-b898-a9081b51c015/4120450_Report.pdf)>.
- CASSELL, Robert O. - *Rammed Earth Construction* [Em linha]. E.U.A.: Primavera 1993. [Consult. 26 Ago. 2013] Disponível em WWW:<URL: <http://webs.ashlandctc.org/jnapora/hum-faculty/syllabi/trad.html>>.
- CORREIA, Mariana - *Taipa no Alentejo*. Lisboa: Argumentum, 2007. Dissertação para obtenção de grau de Doutor, apresentada e defendida em Grenoble, Setembro, 2000. ISBN: 978-972-8479-50-3.
- DOMINGUES, Paulo - *Paredes de Materiais Rústicos (Taipa e Adobe)*. Lisboa: UTL-Instituto Superior Técnico, 1999. Monografia apresentada no Mestrado em Construção.
- ESCOVAL, Ana Isabel Marcelo - *Relatório Final de Estágio*. Lisboa: UTL-Faculdade de Arquitectura, 2000. Relatório de estágio em Arquitectura do Planeamento Urbano e Territorial. Estágio realizado em: Parque Natural do Sudoeste Alentejano e Costa Vicentina, Núcleo de Santo André. Anexo I, Técnicas Tradicionais de Construção: A Taipa.
- EUSÉBIO, António Paulo Jacinto - *Reabilitação e Melhoramento de Paredes de Terra Crua: Taipa*. Lisboa: UTL-Instituto Superior Técnico, 2001. Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre em Construção.
- GALANTE, Sérgio Pereira - *A Construção em Taipa e a Reciclagem de Materiais*. Lisboa: UTL-Faculdade de Arquitectura, 2004. Relatório de estágio em Arquitectura. Estágio realizado em: Instituto Superior Técnico - Departamento de Engenharia Civil e Arquitectura.
- GOMES, Maria Idália da Silva - *Construção Sismo-Resistente em Terra Crua*. Lisboa: UTL-Instituto Superior Técnico, 2008. Dissertação para Mestrado.
- GONZÁLEZ, Filipe Duarte - *Geometrias da Arquitectura de Terra: A Sustentabilidade Geométrica das Construções em Terra Crua*. Lisboa: Universidade Lusíada, 2006. ISBN: 972-8883-69-2.
- GRAHAM, Tony - *Wattle and Daub: Craft, Conservation and Wiltshire Case Study* [Em linha]. Reino Unido: University of Bath, 2003/4. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Ciências da Conservação de Edifícios Históricos. [Consult. 15 Abr. 2013] Disponível em WWW:<URL:[http://www.tonygraham.co.uk/house\\_repair/wattle\\_daub/WD.html](http://www.tonygraham.co.uk/house_repair/wattle_daub/WD.html)>.
- LOURENÇO, Patrícia Isabel Mendes - *Construções em Terra: Os Materiais Naturais como Contributo à Sustentabilidade na Construção*. Lisboa: UTL- Instituto Superior Técnico, 2002. Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre em Construção.
- MARQUES, José Costa Rodrigues - *Paredes de Taipa: Construção e sua Viabilidade Técnica*. Lisboa: UTL-Instituto Superior Técnico, 2002. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Construção.
- MATEUS, Daniel - *Apontamentos e Reflexões sobre Viabilidade Económica de Paredes em Materiais Rústicos*. Lisboa: UTL-Instituto Superior Técnico, 2001. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Construção.
- MATEUS, Luís Pedro Monteiro Simões - *Caracterização de Revestimentos Usados em Construções de Taipa no Barlavento Algarvio*. Lisboa: UTL-Instituto Superior Técnico, 2006. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Construção.
- MATEUS, Paulo Arroja - *Viabilidade Técnico Económica do Adobe*. Lisboa: UTL-Instituto Superior Técnico, 2000. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Construção.

- MOTTA, Maria Manuel Banza Ramos - *Construções em Alvenaria de Terra Crua no Baixo Alentejo*. Lisboa: UTL-Instituto Superior Técnico, 1997. Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre em Construção.
- NEREU, Sílvia - *Construção de Paredes em Taipa e Adobe*. Lisboa: UTL-Instituto Superior Técnico, 1999. Monografia apresentada no Mestrado em Construção.
- PARREIRA, Daniel José dos Santos - *Análise Sísmica de uma Construção em Taipa*. Lisboa: UTL-Instituto Superior Técnico, 2007. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil.
- PONTE, Maria Manuel Correia Costa da - *Arquitectura de Terra: o desenho para a durabilidade das construções* [Em linha]. Coimbra: Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, 2012. Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre em Arquitectura. [Consult. 27 Ago. 2013] Disponível em WWW:<URL:<https://estudogeral.sib.uc.pt/handle/10316/23293>>.
- QUITÉRIO, Paulo - *Arquitectura de Terra*. Lisboa: UTL-Faculdade de Arquitectura, 2001. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Reabilitação da Arquitectura e Núcleos Urbanos.
- SILVA, Cláudia Gonçalves Thaumaturgo da - *Conceitos e Preconceitos Relativos às Construções em Terra Crua* [Em linha]. Brasil: Fundação Oswaldo Cruz-Escola Nacional de Saúde Pública, Março de 2000. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Saúde Pública. [Consult. 10 Maio 2013] Disponível em WWW:<URL:<http://teses.icict.fiocruz.br/pdf/silvacgtm.pdf>>.
- SILVA, Maria Eleonora Bicas da - *A Construção em Taipa na Aldeia da Trindade*. Lisboa: UTL-Instituto Superior Técnico, 2009. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Arquitectura.
- TOMÁS, Ana Mafalda - *Realojamento Social em Portugal: Estudo sobre as expectativas e necessidades da população residente no Bairro do Barruncho face ao futuro realojamento*. Lisboa: UTL-Instituto Superior de Ciências Sociais e Políticas, ano lectivo 2010/2011. Trabalho de estágio curricular do curso de Serviço Social.

#### Artigos de Revistas:

- BEZERRA, Josué Alencar - Como definir o Bairro? Uma Breve Revisão [Em linha]. *Geo.Temas*. Brasil. Vol. 1, nº1 (Jan./Jun. 2011), pp. 21-31. [Consult. 15 Abr. 2013] Disponível em WWW:<URL:<http://www2.uern.br/index.php/geotemas/article/viewFile/118/109>>.
- BRANCO, Fernando; BRITO, Jorge; LOURENÇO, Patrícia - Construção em Terra Crua: Estudo Económico Comparativo. *Arquitectura e Vida*. Nº34 (Jan. 2003), pp. 76-80.
- CORREIA, Mariana - Fortificações Islâmicas em Taipa Militar [Em linha]. *Pedra & Cal*. Nº24 (Out./Dez. 2004), p. 16. [Consult. 5 Abr. 2013] Disponível em WWW:<URL:[http://www.centrodaterra.org/uploads/media/Fortificacoes\\_Islamicas\\_em\\_Taipa\\_Militar.pdf](http://www.centrodaterra.org/uploads/media/Fortificacoes_Islamicas_em_Taipa_Militar.pdf)>.
- COSTA, José Paulo; SILVA, Victor Córias - Terra Projectada. *Pedra & Cal*. Nº24 (Out./Dez. 2004), pp. 18-21.
- DIAS, Francisco Silva; PORTAS, Nuno - Habitação Evolutiva. *Arquitectura: planeamento, design e artes plásticas*. Nº125 (Out. 1972), pp. 100-121.
- FREY, Pierre - Down to Earth: Martin Rauch. *L'Architecture d'Aujourd'hui*. Nº393 (Jan./Fev. 2013), pp. 62-71.
- GONÇALVES, António Custódio - Os bairros urbanos como lugares de práticas sociais [Em linha]. *Revista da Faculdade de Letras: Geografia*. Porto. Série I, vol. IV (1998), pp. 15-32. [Consult. 15 Abr. 2013] Disponível em WWW:<URL:<http://ler.letras.up.pt/uploads/ficheiros/1547.pdf>>.
- MANSO, Lina - O bairro onde os sonhos não entram [Em linha]. *Nova Odívelas*. Nº354 (16 Jul. 2010), p. 3. [Consult. 2 Mar. 2013] Disponível em WWW:<URL:<http://www.novaodivelas.pt/pdf/354.pdf>>.
- MARQUES, Ricardo - Entrevista a Catarina Pinto sobre Construção Natural [Em linha]. *Quercus Ambiente*. Quercus. Ano 7, nº47 (Jul./Ago. 2011), pp. 4-5. [Consult. 5 Abr. 2013] Disponível em WWW:<URL:[http://jornal.quercus.pt/xFiles/scContentDeployer\\_pt/docs/DocSite2809.pdf](http://jornal.quercus.pt/xFiles/scContentDeployer_pt/docs/DocSite2809.pdf)>.
- PAULO, Frederico Mendes - Construções em Terra. *Jornal Arquitectos*. Lisboa: AAP. Nº45 (1986).



- PINTO, Catarina - Bioconstrução: Um Novo Conceito de Construção [Em linha]. *Quercus Ambiente*. Quercus. Ano 7, nº47 (Jul./Ago. 2011), pp. 10-11. [Consult. 5 Abr. 2013] Disponível em WWW:<URL:http://jornal.quercus.pt/xFiles/scContentDeployer\_pt/docs/DocSite2809.pdf>.
- PINTO, Fernando - Origens da Arquitectura de Terra em Portugal. *Pedra & Cal*. Nº24 (Out./Dez. 2004), pp. 10-11.

#### Outros:

- *PDM de Odivelas* [Em linha]. [Consult. 24 Out. 2012] Disponível no site da Câmara Municipal de Odivelas:<URL:http://www.cm-odivelas.pt/Extras/PDM/index.htm>.
- BRITO, Jorge de - *Paredes de Taipa e Adobe*. Lisboa: Instituto Superior Técnico - Departamento de Engenharia Civil e Arquitectura, 1999. Folhas da disciplina de Tecnologia da Construção de Edifícios, do Mestrado em Construção, 1999/2000, do Instituto Superior Técnico.
- BRITO, Jorge de; FLORES, Inês - *Paredes em Terra Crua*. Lisboa: Instituto Superior Técnico - Departamento de Engenharia Civil e Arquitectura, 2003. Texto de apoio à cadeira de Tecnologia da Construção de Edifícios, do Mestrado em Construção, do Instituto Superior Técnico.
- FERNANDES, Maria - *Património de Terra: Universalidade das Técnicas* [Em linha]. Lisboa: UTL-Faculdade de Arquitectura, 2007. Apresentação no âmbito do 6º Curso de Mestrado em Reabilitação de Arquitectura e Núcleos Urbanos. [Consult. 5 Maio 2013] Disponível em WWW:<URL:http://mestrado-reabilitacao.fa.utl.pt/disciplinas/jaguiar/MariaFernandesTERRA1.pdf> e <URL:http://mestrado-reabilitacao.fa.utl.pt/(...)/MariaFernandesTERRA2.pdf>.
- GOMES, Maria Idália; GONÇALVES, Teresa Diaz - *Construção de Terra Crua: Potencialidades e Questões em Aberto* [Em linha]. Lisboa: LNEC, Junho de 2012. Texto de enquadramento da comunicação "A terra como material de construção" apresentada ao encontro técnico-científico "O papel dos Laboratórios de Estado na investigação e desenvolvimento em engenharia civil" no âmbito da CPL, realizado no LNEC, nos dias 14 e 15 de Dezembro de 2009. [Consult. 5 Maio 2013] Disponível em WWW:<URL:http://jornadas2012.lnec.pt/site\_2\_Cidades\_e\_Desenvolvimento/COMUNICACOES/T3\_GONCALVES\_c021.pdf> e <URL:http://jornadas2012.lnec.pt/(...)/T3\_GONCALVES\_a021.pdf>.
- LOURENÇO, Patrícia - *Arquitectura de Terra: Uma Visão de Futuro* [Em linha]. Companhia de Arquitectura e Design, Setembro de 2002. Estudo PlanetaCAD. [Consult. 1 Maio 2013] Disponível em WWW:<URL:http://www.planetacad.com/PresentationLayer/ResourcesUser/Documentos/estudos/STUDY\_Terra\_futuro.pdf>.
- MIARQ 5ºD - *Análise do Bairro do Baruncho*. Lisboa: UTL-Faculdade de Arquitectura, Out. 2012. Trabalho de análise realizado no âmbito da disciplina de Lab. Proj. VI.

#### Sites na Internet:

- ABREU, Pedro Alves de; QUARESMA, Eva da Silva - *Arquitecturas de Terra* [Em linha]. Disponível em WWW:<URL:http://arquitecturasdeterra.blogspot.pt>.
- Corcoran, Jonh; MACRAE, Liza - *A House Made of Mud* [Em linha] A blog to inspire people to build with mud. Disponível em WWW:<URL:http://ahousemadeofmud.blogspot.pt>.
- *Arquitectura de Terra* [Em linha]. Publicação de trabalho académico. Disponível em WWW:<URL:http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos\_2004-1/arq\_terra>.
- *EarthArchitecture.org* [Em linha]. Blog do arq. Ronald Rael, iniciado em 2003. Disponível em WWW:<URL:http://www.eartharchitecture.org>.
- *I Love Cob!* [Em linha]. Disponível em WWW:<URL:http://ilovecob.com>.
- *Odi-Vilas - Projecto* [Em linha]. OficinaA (Arq.<sup>os</sup> Alexander Häusler e Sílvia Benedito), 2008. Vencedor do Prémio Europan 2009. Disponível em WWW:<URL:http://www.oficinaa.net/index.php?article\_id=31&clang=2>.
- *Recriar.com.você* [Em linha]. Disponível em WWW:<URL:http://www.recriarcomvoce.com.br>.

### **Vídeos e Ficheiros Áudio:**

- Direcção Regional de Cultura do Algarve - *Segredos da Taipa - O Mais Complexo dos Materiais de Construção para um Processo Construtivo Simples*. [Áudio] Faro, 2012. [Consult. 10 Mar. 2013] Disponível em WWW:<URL:<https://soundcloud.com/#drccalgarve/segredos-da-taipa-o-mais-1>>.
- MARANGONI, Gustavo - Documentário premiado *El Barro, las Manos, la Casa* [Vídeo]. [Consult. 8 Abr. 2013] Disponível em WWW:<URL:<http://vimeo.com/41616082>>.
- Sapo Notícias Cabo Verde (por Edson Vidal e Eliana Silva) - Reportagem *Barruncho: Um Bairro com um Rosto Novo* [Vídeo]. Janeiro de 2011. [Consult. 5 Maio 2013] Disponível em WWW:<URL:<http://videos.sapo.pt/IEsg8i2gClmoztLlwZbr>>.
- SHEEN, David - *The Future of Architecture* [Vídeo]. TEDx Joanesburgo, 17 Mar. 2011. [Consult. 1 Jun. 2013] Disponível em WWW:<URL:<http://tedxtalks.ted.com/video/TEDxJohannesburg-David-Sheen-Th>>.

### **Associações e outras Organizações:**

- ABCTerra, Associação Brasileira dos Construtores com Terra, fundada em 1997 e dirigida pelo Arq. Paulo Montoro. Disponível em WWW:<URL:<http://www.abcterra.com.br>>.
- Adobe for Women, fundada em 2011. Disponível em WWW:<URL:<http://www.adobeforwomen.pt>>.
- Associação Portuguesa CENTRO DA TERRA (CdT), fundada em Novembro de 2003. Disponível em WWW:<URL:<http://www.centrodatterra.org>>.
- Auroville Earth Institute, Índia, fundada em 1989 como Auroville Building Centre / Earth Unit. Disponível em WWW:<URL:<http://www.earth-auroville.com>>.
- Cal-Earth Institute, fundada em 1991, na Califónia, EUA, pelo Arq. Nader Khalili. Disponível em WWW:<URL:<http://www.calearth.org>>.
- Città della Terra Cruda, Associação Nacional Italiana, fundada em 2001. Disponível em WWW:<URL:<http://www.terracruda.org>>.
- CRATerre - Centre de Recherche d'Architecture de Terre. Centro de pesquisa da Escola de Arquitectura de Grenoble, França (ENSAG) , fundado em 1979. Disponível em WWW:<URL:<http://craterre.org>>.
- Dachverband Lehm, Associação Alemã de Construção em Terra, fundada em 1992. Disponível em WWW:<URL:<http://www.earthbuilding.info>>.
- Daw' n Mud Brick Architecture Foundation, no Iémen, fundada em 2007. Disponível em WWW:<URL:<http://www.dawanarchitecturefoundation.org>>.
- Earth Building Research Forum, da University of Technology Sidney, fundado em 1999. Disponível em WWW:<URL:<http://www.dab.uts.edu.au/ebfr/index.html>>.
- Escola Profissional de Desenvolvimento Rural de Serpa. Disponível em WWW:<URL:<http://www.epdrs.pt>>.
- Netwoks Productions. Disponível em WWW:<URL:<http://www.networkearth.org>>.
- O Sítio - Cooperativa, Mangualde. Disponível em WWW:<URL:<http://www.sitiocoop.com>>.
- Proterra, projecto de investigação dedicado à divulgação da arquitectura de terra pela CYTED (Iberia-American Programme of Science and Technology for Development) desde 2001. Disponível em WWW:<URL:<http://www.redproterra.org>>.

### **Empresas de Construção Civil e de Materiais de Construção:**

- BAMBUPARQUE. Disponível em WWW:<URL:<http://www.bambuparque.pt>>.
- BETÃO E TAIPA. Empresa de Construção Civil especializada em técnicas tradicionais. Disponível em WWW: <URL:<http://www.betaoetaipa.pt>>.
- COB COTTAGE COMPANY. Disponível em WWW:<URL:<http://www.cobcottage.com>>.
- EDUARDO GOUVEIA - Construção Civil. Disponível em WWW:<URL:<http://www.eduardogouveia.com>>.
- EMBARRO. Materiais de Construção. Disponível em WWW:<URL:<http://www.embarro.com>>.

- RAMMED EARTH CONSTRUCTIONS. Construção Civil - Austrália. Disponível em WWW:<URL:<http://www.rammedearthconstructions.com.au>>.

#### **Arquitectos e Ateliês de referência:**

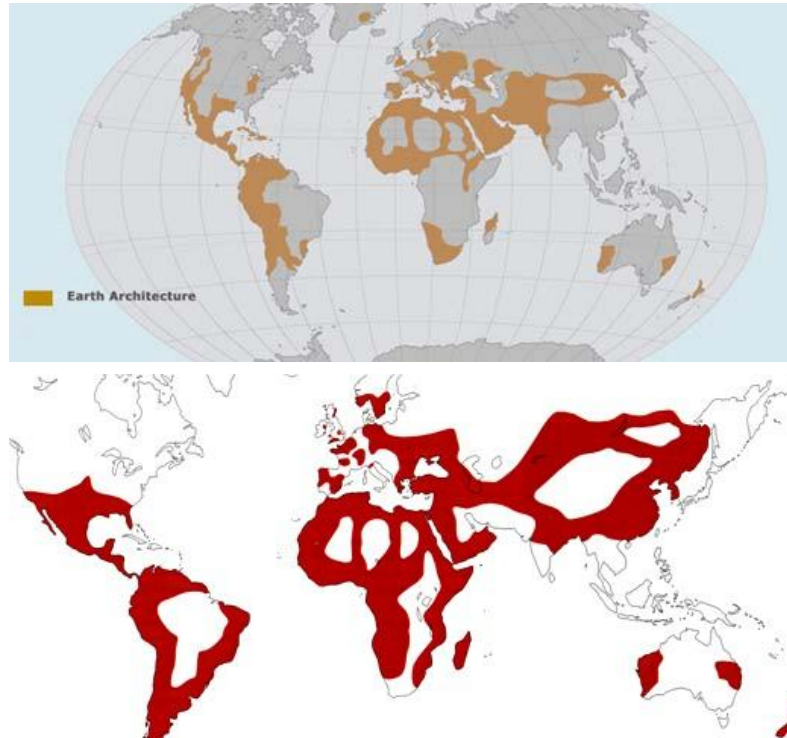
- ARQUITECTURA DE TERRA. [Arq. Henrique Schereck]. Disponível em WWW:<URL:<http://www.arquiteturadeterra.com>>.
- COMTERRA. Eco-Arquitecturas/Eco-Construção. Disponível em WWW:<URL:<http://www.comterra.pt>>.
- PLANO B Arquitectura. Disponível em WWW:<URL:<http://www.planob.com>>.





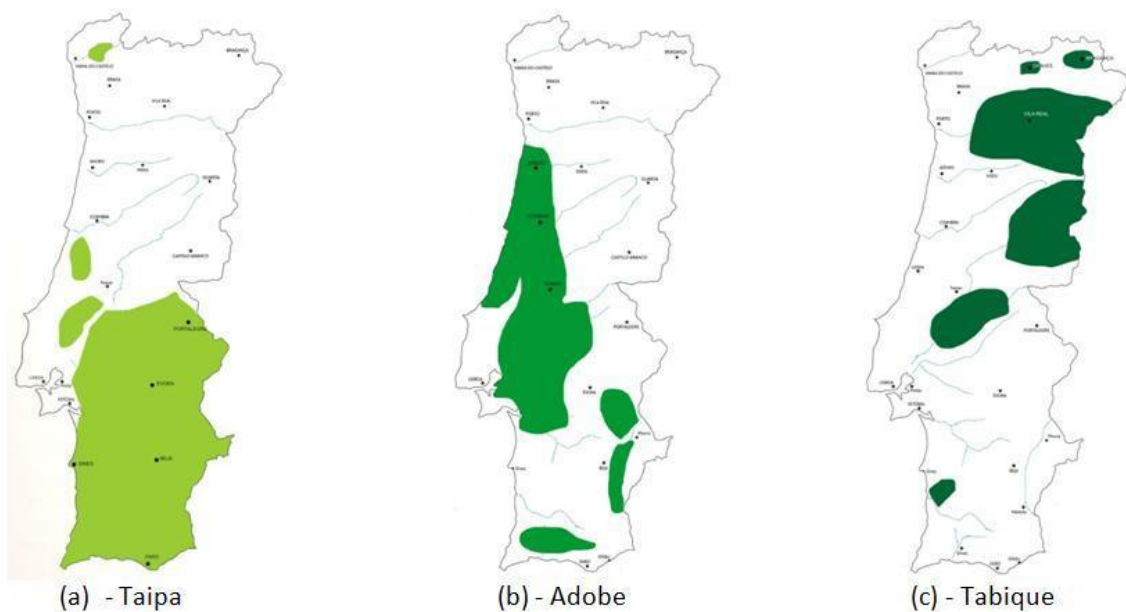
## Anexos

### Anexo 1 Principais Áreas de Localização da Arquitectura de Terra



Fonte: FERNANDES, Maria. *Património de Terra: Universalidade das Técnicas*.

### Anexo 2 Localização Geográfica das Principais Técnicas de Construção em Terra Crua em Portugal Continental



Fonte: <http://tabiquesdoaltotamega.blogs.sapo.pt/>

### Anexo 3 Tipos de Cal e Outras Informações

A Cal provém da queima do Calcário. Consoante a quantidade de impurezas (argila) que tem, assim é feita sua divisão:

Quantidade de Argila	Temperatura de Queima	Tipo de Cal
Até 5%	850°C	Cal Viva ou Aérea
8-20%	1.000°C	Cal +/- Hidráulica
20-40%	1.050-1.300°C	Cimento Natural

Nota: A cal consoante o teor de argila deixa de ser branca e passa a ter a designação de "cal parda".

A cal aérea pode designar-se por "cal gorda" quando não contém argila.

A adição de água à Cal Viva (óxido de cálcio) origina a **Cal Apagada, Extinta ou Hidratada** (hidróxido de cálcio), que endurece em contacto com o dióxido de carbono do ar.

Já a Cal Hidráulica endurece tanto pela reação com o ar como com a água.

A Cal Aérea é a mais sustentável uma vez que necessita de menos energia à sua produção e a quantidade de dióxido de carbono produzida no seu fabrico é absorvida durante o processo de cura. É também um material reciclável e pode ser produzida através de cascas de moluscos, tornando-se assim uma matéria-prima renovável.

É utilizada em argamassas e rebocos pela sua resistência à fissuração.

Um dos produtores de referência de cal em Portugal é a Fradical, fundada em 2006 por Fernando Cartaxo, co-autor do Eco-ETICS Suberlyme, que aplica revestimentos em cal ao sistema de isolamento pelo exterior.

### Anexo 4 Técnica de Sgraffito

Esta técnica consiste na execução de reboco em cal em camadas de cores diferentes (através da adição de pigmentos à massa utilizada) que são depois "escavadas" de forma a revelar a camada inferior da cor pretendida, criando interessantes motivos decorativos.

Foi uma técnica muito utilizada em Espanha e Itália durante o séc. XVII.

Em Portugal, esta técnica é usada em algumas partes do Alentejo. O arq. José Aguiar utilizou esta técnica para simular azulejo em fachada (edifício na rua 5 de Outubro, Évora).



Fonte: <http://naturalhomes.org/timeline/lime-sgraffito.htm>

### Anexo 5 Erosão Natural da Taipa em 20 anos

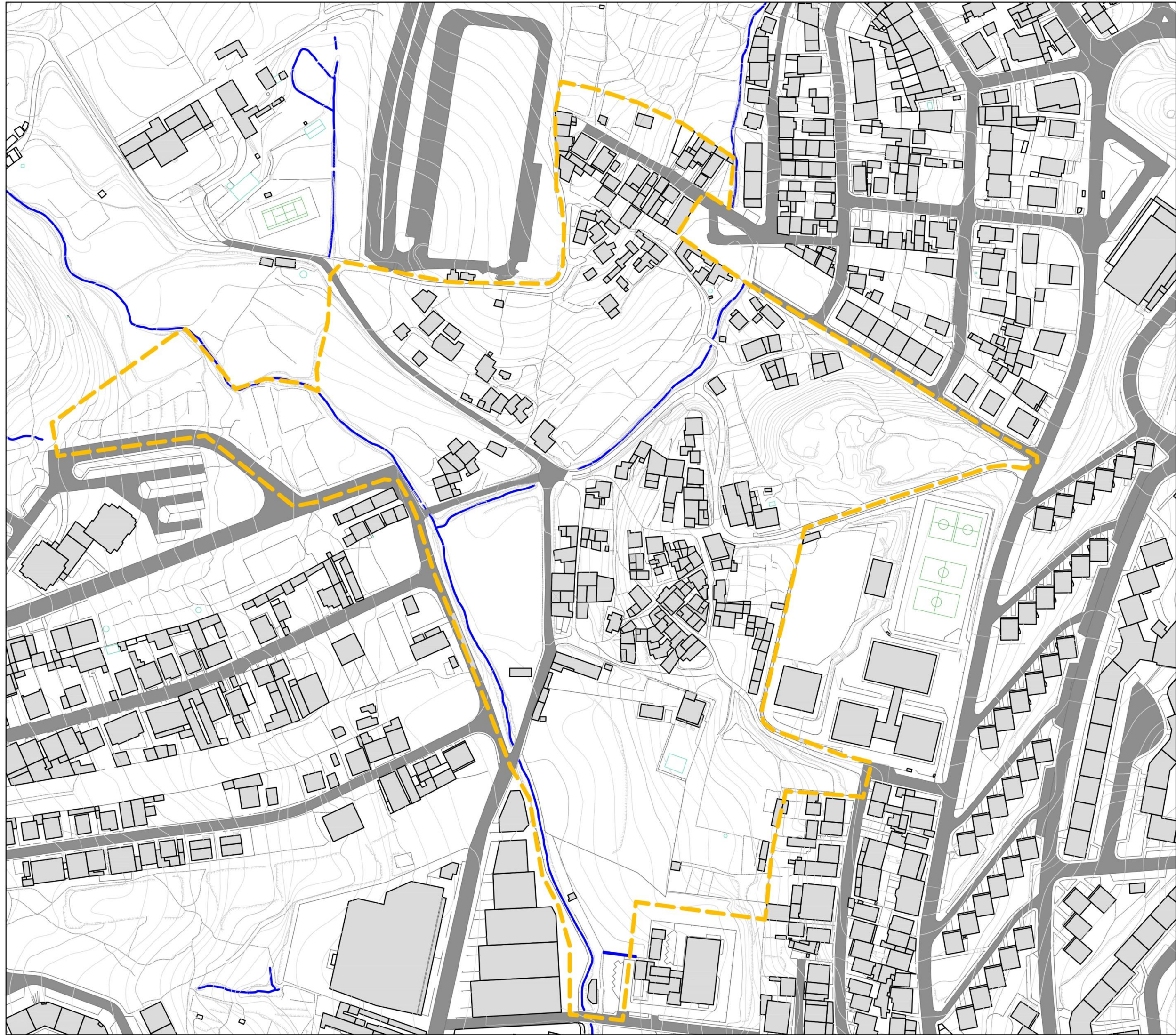


Fonte: BIRZNIEKS, Lauris. *Designing and Building with Compressed Earth*.

Apenas a amostra da esquerda foi estabilizada com cal, as restantes são não estabilizadas.







**Anexo 6**  
**Bairro do**  
**Barruncho**

Escala: 1:2.000









**Anexo 7**  
**Bairro do**  
**Barruncho**  
**Vista Aérea**

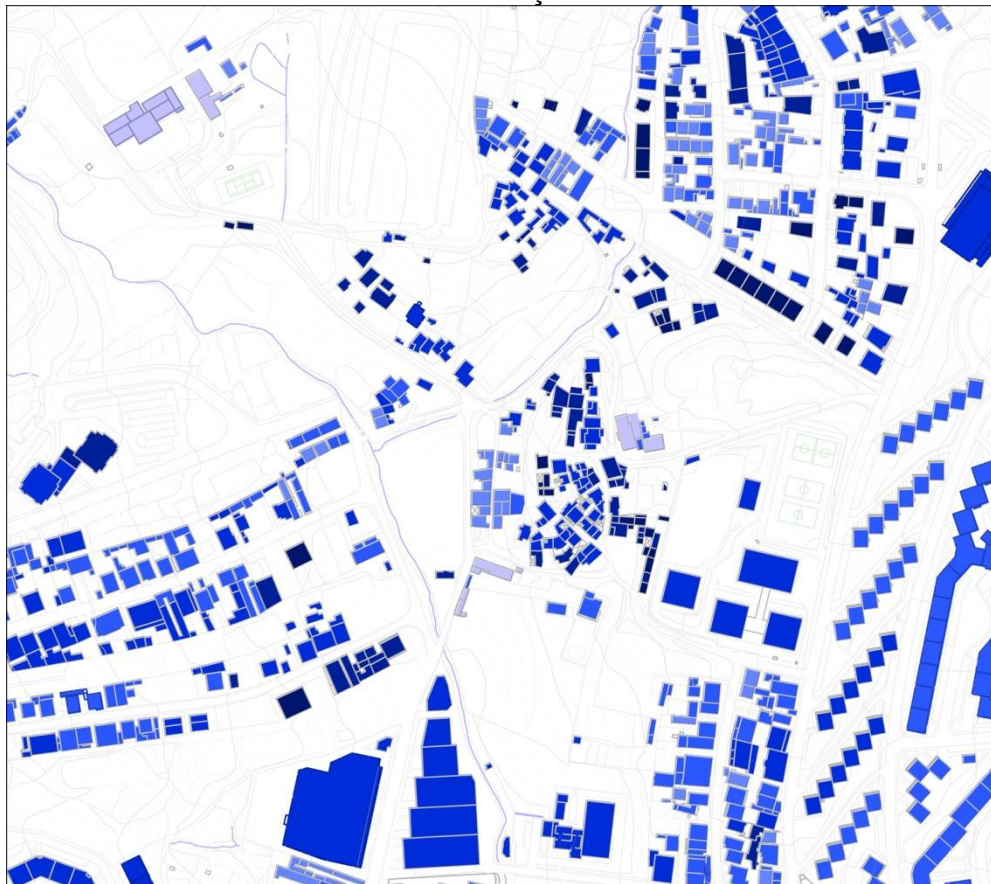
Escala: 1:2.000







### Anexo 8 Evolução Histórica do Edificado



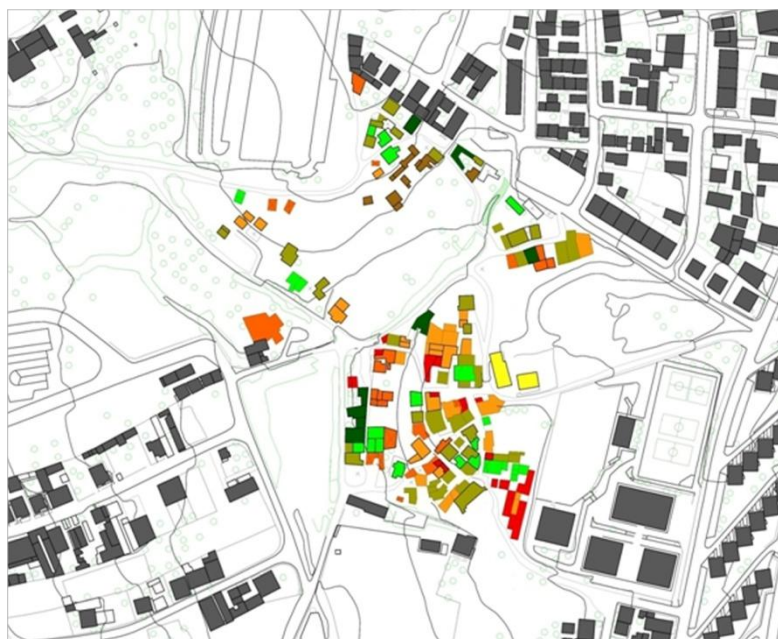
Escala: 1:5.000



#### Evolução Histórica

2002-12	■
1991-01	■
1978-90	■
1966-77	■
1945-65	■
Até 1944	■

### Anexo 9 Materialidades do Edificado



Escala: 1:5.000



Maior durabilidade/qualidade construtiva

■	Construção em alvenaria de tijolo rebocada e com cobertura em telha
■	Construção em alvenaria de tijolo rebocada e com cobertura em chapa metálica
■	Construção em alvenaria de tijolo rebocada e com cobertura em fibrocimento
■	Construção em alvenaria de pedra com cobertura em telha
■	Construção em alvenaria de tijolo s/ reboco e com cobertura em chapa metálica
■	Construção Mista
■	Construção em madeira e derivados e com cobertura em chapa metálica

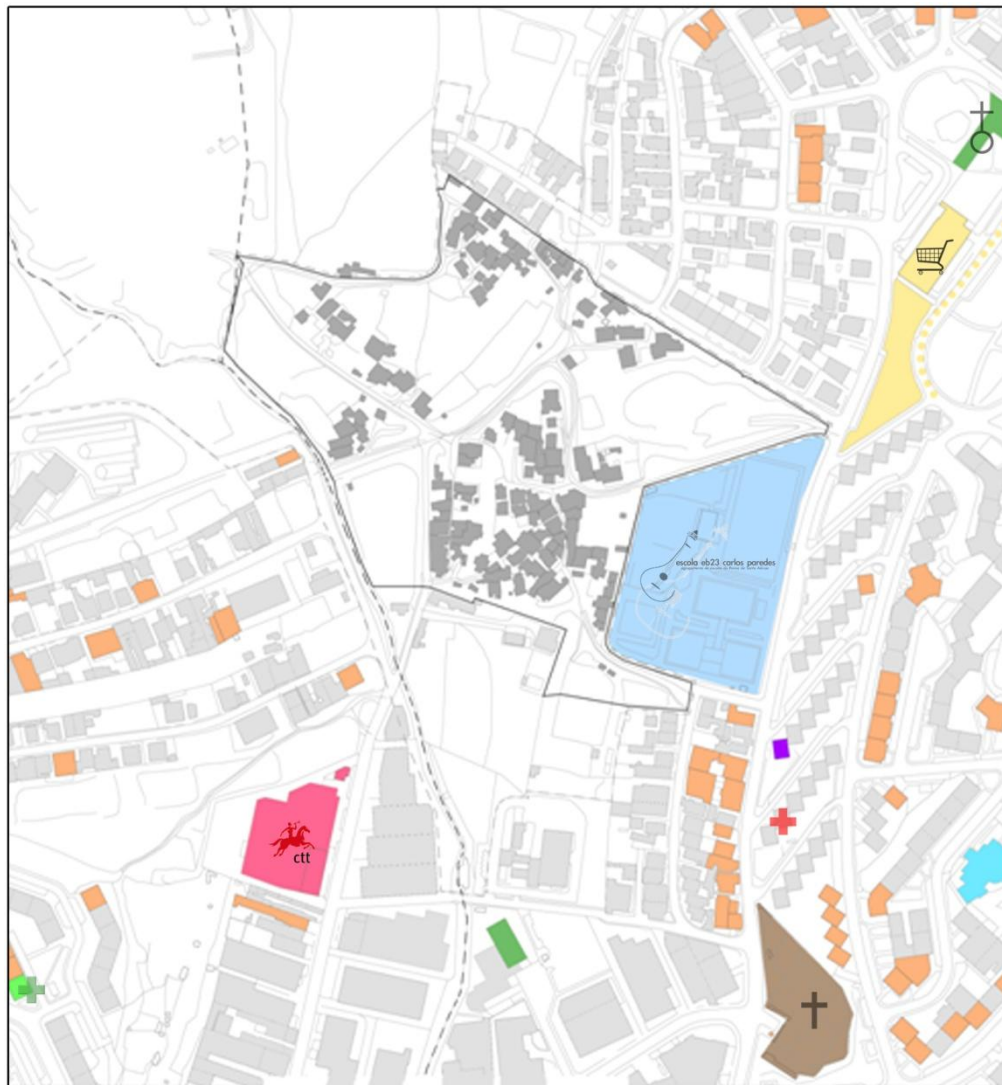
Menor durabilidade/qualidade construtiva

Fonte: MIARQ 5ºD - Análise do Bairro do Barruncho.



## Anexo 10 Equipamentos e Serviços

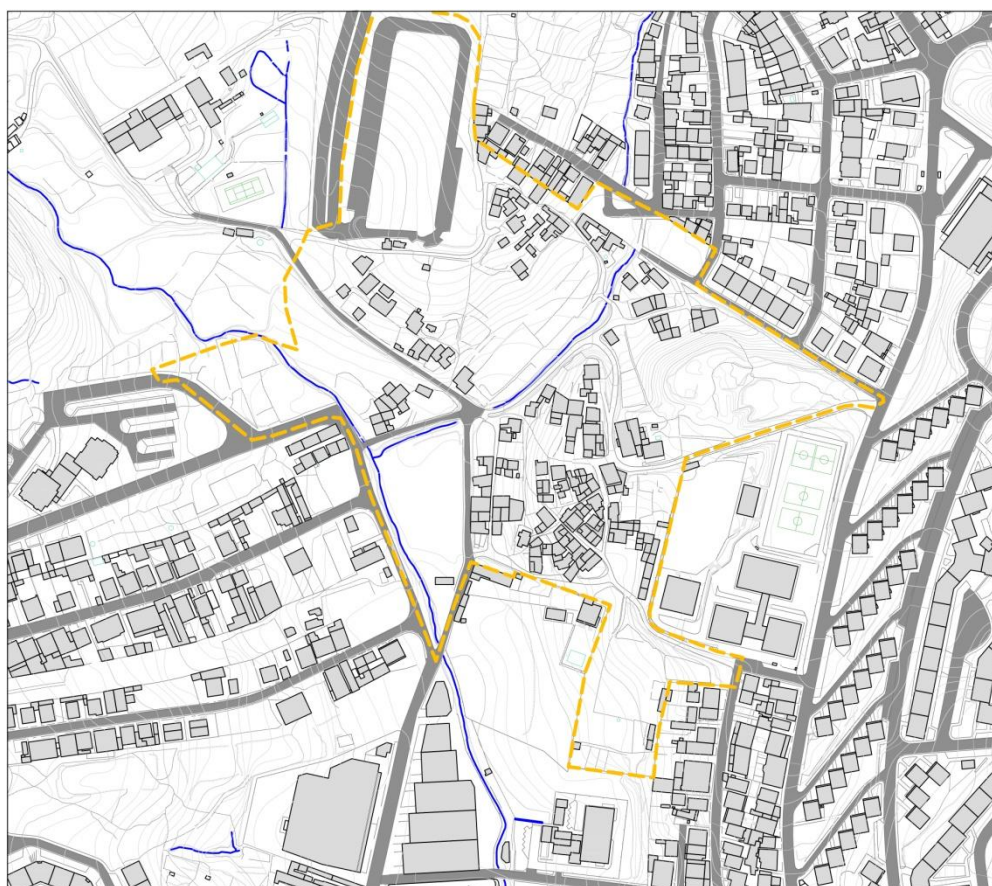
Escala: 1:5.000



Comércio	Equipamentos	Serviços
 Mercado / Feira	 Escola	 Centro de Saúde
 Comércio local	 Igrejas / Paróquias	 PSP
	 Instituto de Pedagogia Infantil	 Farmácia
		 Cemitério
		 Estação de Correios

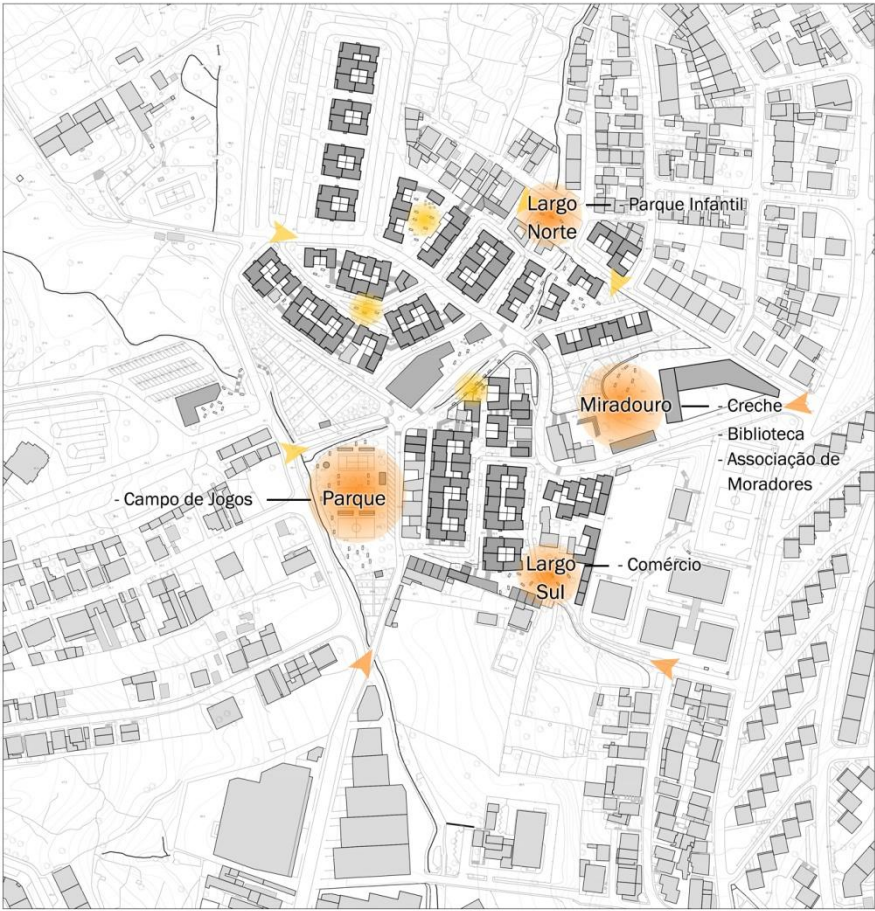
## Anexo 11 Nova área de Intervenção

Escala: 1:5.000



Anexo 12 Proposta Urbana - Espaços Públicos

Escala: 1:5.000



- |                              |   |                                |   |
|------------------------------|---|--------------------------------|---|
| Espaços Públicos Principais  |  | Entradas Principais no Bairro  |  |
| Espaços Públicos Secundários |  | Entradas Secundárias no Bairro |  |



## Anexo 13 Proposta Urbana - Hierarquia de Percursos / Estacionamento

Escala: 1:5.000



Ruas Principais (asfalto)	—	Estacionamento Público	■
Ruas Secundárias (grelha de enrelvamento)	—	Garagens Autónomas	■
Rua/Atravessamentos Pedonais (calçada)	—	Ciclovias	—
Sentidos do Tráfego	↔		



## Anexo 14 Habitações Novas vs Habitações Reabilitadas

Escala: 1:5.000



Habitações Novas (128 lotes)

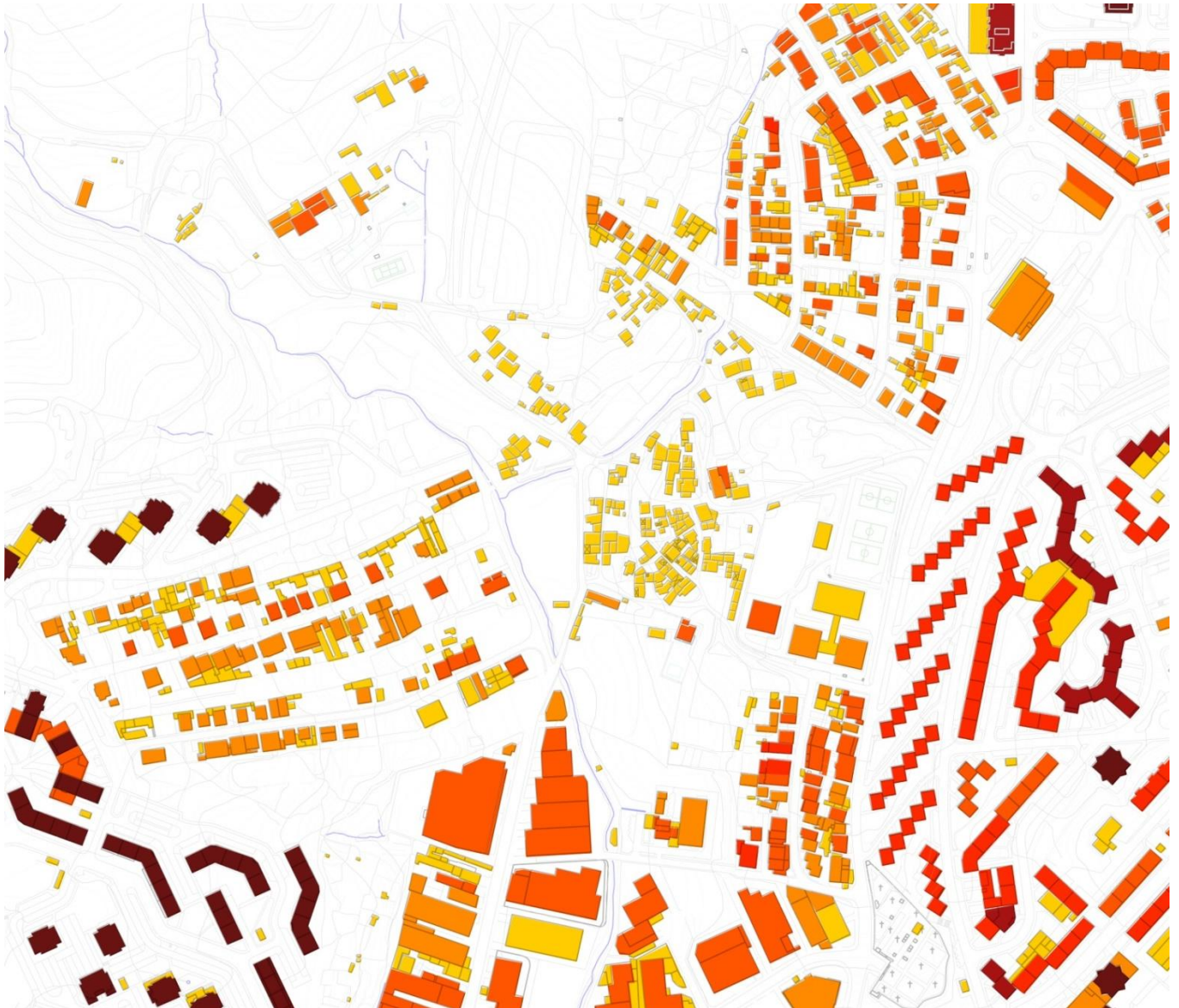


Habitações Reabilitadas (19 lotes)



## Anexo 15 N° de Pisos do Edificado Existente

Escala: 1:5.000



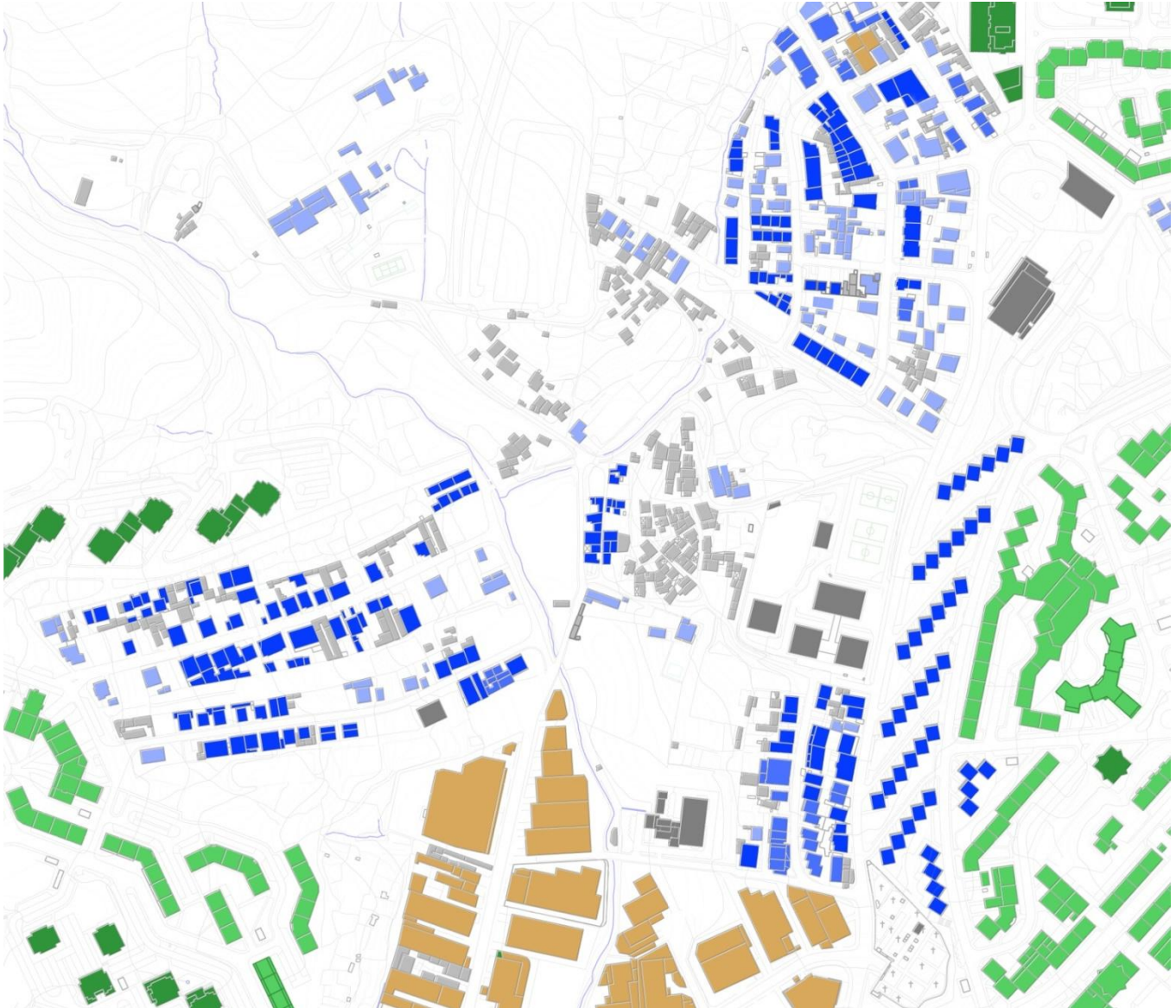
### Nº de Pisos

1 Pisos	
2 Pisos	
3 /4 Pisos	
5 /6 Pisos	
7 /8 Pisos	
9 /10 Pisos	



## Anexo 16 Tipologias do Edificado Existente

Escala: 1:5.000



### Tipologias

Hab. Isolada	
Hab. Geminada	
Hab. em Banda	
Quarteirão Aberto	
Torre	
Edifícios Industriais	
Edifícios Singulares	
Edifícios Informais	

## Anexo 17 Localização dos Tipos de Habitação

Escala: 1:5.000



### Tipo A:

- (T2+T2) Piso Independente (24 lotes)
- (Máx. T5) (4 lotes)
- (Máx. T3) Pátio em Ligação (17 lotes)
- (Máx. T3) Terraço (5 lotes)

### Tipo B:

- (T1+T1) Piso independente (23 lotes)
- (Máx. T4) Tipologia de Canto (37 lotes)

### Tipo C:

- (Máx. T4) (15 lotes)
- (Máx. T3) Tipologia de Terraço (3 lotes)



## Anexo 18 Lista Total das 112 Variantes

### Tipo A: (94 variantes)

- T3 | À Frente | Terraço |
- T3 | À Frente | Terraço | Opção 2
- T3 | À Frente | Terraço | Piso Superior Maior
- T3 | À Frente | Terraço | Opção 2 | Piso Superior Maior
- T3 | À Frente | Terraço | Loja |
- T3 | À Frente | Terraço | Loja | Opção 2
- T3 | À Frente | Terraço | Loja | Piso Superior Maior
- T3 | À Frente | Terraço | Loja | Opção 2 | Piso Superior Maior
- T3 | Ligação com Pátio | Terraço |
- T3 | Ligação com Pátio | Terraço | Opção 2
- T3 | Ligação com Pátio | Terraço | Piso Superior Maior
- T3 | Ligação com Pátio | Terraço | Opção 2 | Piso Superior Maior
- T3 | Ligação com Pátio | Terraço | Loja |
- T3 | Ligação com Pátio | Terraço | Loja | Opção 2
- T3 | Ligação com Pátio | Terraço | Loja | Piso Superior Maior
- T3 | Ligação com Pátio | Terraço | Loja | Opção 2 | Piso Superior Maior
- T4 | Kitchenette | Terraço |
- T4 | Kitchenette | Terraço | Opção 2
- T4 | Kitchenette | Terraço | Piso Superior Maior
- T4 | Kitchenette | Terraço | Opção 2 | Piso Superior Maior
- T4 | À Frente |
- T4 | À Frente | Opção 2
- T4 | À Frente | Piso Superior Maior
- T4 | À Frente | Opção 2 | Piso Superior Maior
- T4 | À Frente | Loja |
- T4 | À Frente | Loja | Opção 2
- T4 | À Frente | Loja | Piso Superior Maior
- T4 | À Frente | Loja | Opção 2 | Piso Superior Maior
- T4 | Ligação com Pátio |
- T4 | Ligação com Pátio | Opção 2
- T4 | Ligação com Pátio | Piso Superior Maior
- T4 | Ligação com Pátio | Opção 2 | Piso Superior Maior
- T4 | Ligação com Pátio | Loja |
- T4 | Ligação com Pátio | Loja | Opção 2
- T4 | Ligação com Pátio | Loja | Piso Superior Maior
- T4 | Ligação com Pátio | Loja | Opção 2 | Piso Superior Maior
- T5 | Kitchenette |
- T5 | Kitchenette | Opção 2
- T5 | Kitchenette | Piso Superior Maior
- T5 | Kitchenette | Opção 2 | Piso Superior Maior
- T5 | À Frente |
- T5 | À Frente | Opção 2
- T5 | À Frente | Piso Superior Maior
- T5 | À Frente | Opção 2 | Piso Superior Maior
- T5 | À Frente | Loja |

- T5 | À Frente | Loja | Opção 2
- T5 | À Frente | Loja | Piso Superior Maior
- T5 | À Frente | Loja | Opção 2 | Piso Superior Maior
- T5 | Ligação com Pátio |
- T5 | Ligação com Pátio | Opção 2
- T5 | Ligação com Pátio | Piso Superior Maior
- T5 | Ligação com Pátio | Opção 2 | Piso Superior Maior
- T5 | Ligação com Pátio | Loja |
- T5 | Ligação com Pátio | Loja | Opção 2
- T5 | Ligação com Pátio | Loja | Piso Superior Maior
- T5 | Ligação com Pátio | Loja | Opção 2 | Piso Superior Maior

- 
- T2 Independente | Kitchenette  
+  
T2 Independente | Kitchenette
  - T1 Independente | Kitchenette  
+  
T3 Independente | Kitchenette

- 
- T1 | Pátio em Ligação | À Frente | Terraço |
  - T1 | Pátio em Ligação | À Frente | Terraço | Opção 2
  - T1 | Pátio em Ligação | À Frente | Terraço | Piso Superior Maior
  - T1 | Pátio em Ligação | À Frente | Terraço | Opção 2 | Piso Superior Maior
  - T1 | Pátio em Ligação | À Frente |
  - T1 | Pátio em Ligação | À Frente | Opção 2
  - T1 | Pátio em Ligação | À Frente | Piso Superior Maior
  - T1 | Pátio em Ligação | À Frente | Opção 2 | Piso Superior Maior
  - T2 | Pátio em Ligação | Kitchenette | Terraço |
  - T2 | Pátio em Ligação | Kitchenette | Terraço | Opção 2
  - T2 | Pátio em Ligação | Kitchenette | Terraço | Piso Superior Maior
  - T2 | Pátio em Ligação | Kitchenette | Terraço | Opção 2 | Piso Superior Maior
  - T2 | Pátio em Ligação | Kitchenette |
  - T2 | Pátio em Ligação | Kitchenette | Opção 2
  - T2 | Pátio em Ligação | Kitchenette | Piso Superior Maior
  - T2 | Pátio em Ligação | Kitchenette | Opção 2 | Piso Superior Maior
  - T2 | Pátio em Ligação | À Frente |
  - T2 | Pátio em Ligação | À Frente | Opção 2
  - T2 | Pátio em Ligação | À Frente | Piso Superior Maior
  - T2 | Pátio em Ligação | À Frente | Opção 2 | Piso Superior Maior
  - T3 | Pátio em Ligação | Kitchenette |
  - T3 | Pátio em Ligação | Kitchenette | Opção 2
  - T3 | Pátio em Ligação | Kitchenette | Piso Superior Maior
  - T3 | Pátio em Ligação | Kitchenette | Opção 2 | Piso Superior Maior
  - T3 | Pátio em Ligação | À Frente |
  - T3 | Pátio em Ligação | À Frente | Opção 2
  - T3 | Pátio em Ligação | À Frente | Piso Superior Maior
  - T3 | Pátio em Ligação | À Frente | Opção 2 | Piso Superior Maior
  - T4 | Pátio em Ligação | Kitchenette |
  - T4 | Pátio em Ligação | Kitchenette | Opção 2
  - T4 | Pátio em Ligação | Kitchenette | Piso Superior Maior
  - T4 | Pátio em Ligação | Kitchenette | Opção 2 | Piso Superior Maior
-

Tipo B: (9 variantes)

- T2 | Terraço
- T2
- T3 | Terraço
- T3
- T4
- T1 | Loja
- T2 | Loja
- T3 | Loja

- 
- T1 Independente  
+  
T1 Independente
- 

Tipo C: (9 variantes)

- T2 | Pátio em relação com Vizinho
- T2 | Pátio Isolado
- T3 | Pátio em relação com Vizinho | Terraço
- T3 | Pátio Isolado | Terraço
- T3 | Pátio em relação com Vizinho
- T3 | Pátio Isolado
- T4 | Pátio em relação com Vizinho
- T4 | Pátio Isolado

- 
- T1 Independente | Pátio em relação com Vizinho  
+  
T1 Independente
-

## Anexo 19 O Bambu

O bambu é uma espécie exótica na Europa (presente na Ásia, Oceânia e América), invasora, que como tal adapta-se muito bem ao Clima Mediterrâneo (dependendo da espécie). Deve-se ter apenas especial cuidado na sua plantação para conter a sua expansão, que é feita através de rizomas até 1m de profundidade, normalmente. O bambu como alternativa à madeira é uma opção extremamente interessante por diversos factores, sendo os mais relevantes o facto de atingir a sua resistência máxima ao fim de 3 a 5 anos (muito inferior às décadas necessárias ao crescimento de uma árvore) e, curiosamente, absorver muito mais dióxido de carbono do que o equivalente arbóreo<sup>113</sup>, contribuindo para a qualidade do ar.

Existem diversos tipos de bambus divididos consoante a dimensão que atingem nas condições ideais de crescimento:

**Bambu Anão**→ até 1,5m

**Bambu Pequeno**→ entre 1,5m e 3m

**Bambu Médio**→ entre 3m e 9m

**Bambu Gigante**→ superior a 9m



Canas de Bambu (*phyllostachis pubescens*)

Diâmetros podem variar normalmente entre os 3 e os 13 cm.

Fonte: <http://bambusa.es/bambu-moso-origen/>

Apenas as duas últimas categorias terão, à partida, capacidade de serem utilizadas em construção. A sua maturação demora, como já foi mencionado, entre 3 e 5 anos, sendo o corte normalmente efectuado no Inverno.

Os caules são maciços nos nós e, na maioria das espécies, ocos nos entrenós.

O bambu tem uma grande resistência à compressão e uma grande flexibilidade, tornando-se num material equivalente ao aço, e em certas espécies, inclusivamente melhor, tendo por isso características ideais para a sua aplicação em zonas de risco sísmico<sup>114</sup>.

O bambu, ao contrário da madeira, dilata com o aumento de humidade no sentido perpendicular ao comprimento, assim, devem-se executar os trabalhos em bambu com ele no seu grau de humidade normal mínimo, de forma a reduzir o risco de este enfraquecer as ligações ao retrair.

O bambu é um material muito versátil, podendo ser dobrado, com recurso ao calor ou ao vapor e entalhes, que ajudam ao processo, ou mesmo aberto e achatado, criando uma superfície plana.

<sup>113</sup> Mais informações sobre utilização do bambu consultar: MINKE, Gernot. *Building with Bamboo - Design and Technology of a Sustainable Architecture*. Alemanha: Birkhäuser, 2012.

<sup>114</sup> Ex.: uma estrutura em bambu foi utilizada na construção da cúpula do Taj Mahal, na Índia.





#### Formas de Trabalhar o Bambu

Fonte: <http://espaconaturalmente.blogspot.pt/p/fotos-das-oficinas-e-mutiroes.html>

Nas ilustrações é possível ver o bambu curvado com maçarico e vários tipos de encaixes e ligações em bambu, seja com parafusos e porcas, tiras de pneus ou corda de sisal.

Apesar disso, o seu uso mais comum é como vara contínua. Assim, são vários os tipos de encaixes e ligações entre as varas de bambu. Deve-se ter em conta de que estes devem ser feitos junto aos nós, onde a resistência do bambu é maior. Todas as linguetas e cravos devem ser feitas em madeira (de preferência dura) uma vez que é o material mais compatível com o bambu. Poderão utilizar-se peças de plástico resistente para cumprir esta função, mas os pregos são prejudiciais ao bambu, podendo enfraquecê-lo ou mesmo parti-lo. A usar-se ligações metálicas deve-se optar por parafusos e porcas devidamente protegidas contra a oxidação e ferrugem, que provoca a dilatação do material. Para além dos tipos de encaixes mais simples, também é uma forma de aumentar a segurança da ligação recorrer a amarrações com cordas (idealmente de sisal - cipó no Brasil), arames (não aconselhável pela possibilidade de enferrujar), ou tiras de pneus usados (como forma de reutilização).

Pode-se ainda reforçar a protecção dos encaixes com óleo queimado, rezina ou produtos betuminosos de impermeabilização.

O bambu, e mesmo canas menos resistentes, podem ser utilizadas para a construção de esteiras, usadas como divisórias ou como suporte de pisos elevados. Para tal, abre-se o bambu ao longo do seu comprimento, retiram-se os nós, e deixa-se secar aberto com um peso em cima, de forma a ficarem planos. Podem-se usar estas placas inteiras ou dividi-las em ripas de 3cm de largura, que são posteriormente entrançadas. O entrançado pode ser aberto ou fechado, sendo o aberto o mais indicado para recobrir com barro, para evitar que a esteira actue como barreira de separação entre as duas faces do elemento. No caso de se querer revestir uma malha apertada, pode-se aumentar a aderência do barro cobrindo a esteira com rezina ou produto betuminoso e um pouco de areia.

O bambu possui inúmeras aplicações podendo, no limite, ser usado na fabricação de aglomerados e laminados tal como a madeira.

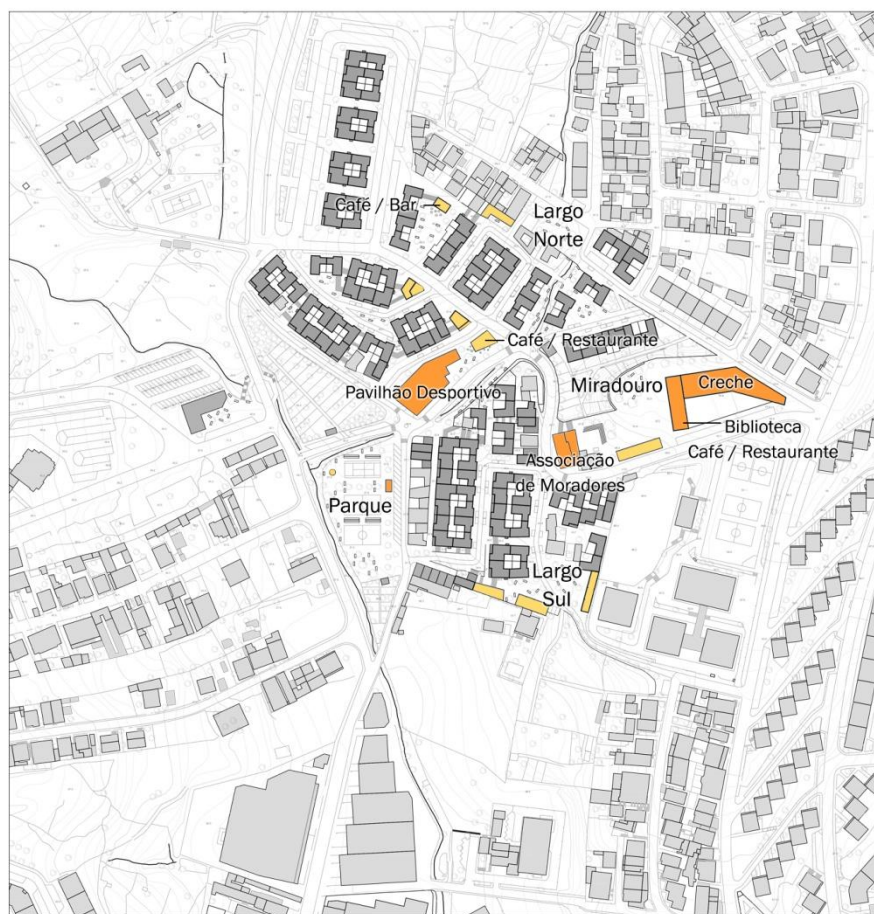


Outras formas de utilização do Bambu - cobertura com bambu em meia-cana e laminado de bamboo "Plyboo"

Fonte: <http://projetotaviva.blogspot.pt/2009/03/o-bambu-na-construcao.html>.

## Anexo 20 Equipamentos Públicos

Escala: 1:5.000



Equipamentos Públicos



Comércio e Serviços





## Anexo 21 Hortas Urbanas

Escala: 1:5.000



Hortas Urbanas



Estruturas de Apoio



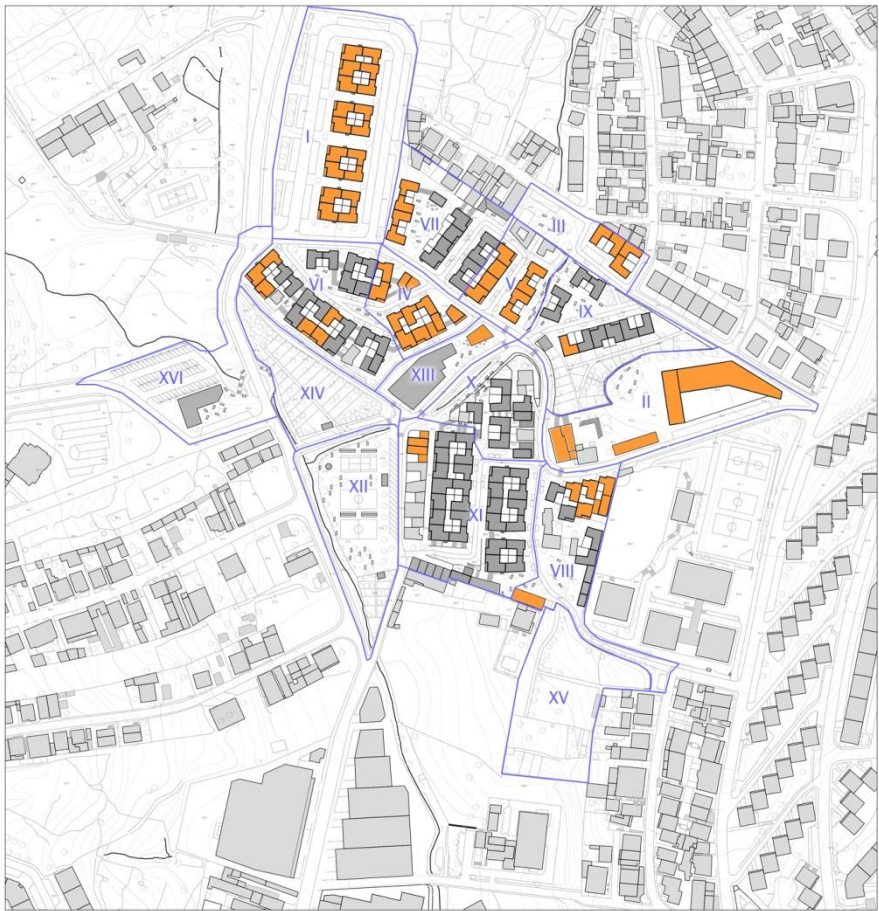
Acessos





Anexo 22 Faseamento - Unidades de Execução

Escala: 1:5.000



Unidades de Execução XII  
Edifícios de construção prioritária   
(que não envolvem demolições de habitações existentes)

## Anexo 23 Painéis Finais

### Listagem

	Dimensão Original
Painel 1 - O Bairro do Barruncho	A1
Painel 2 - Estratégia	A1
Painel 3 - Perspectivas	A1
Painel 4 - Desenho Urbano	A1
Painel 5 - Desenho Urbano	A1
Painel 6 - Desenho Urbano	A1
Painel 7 - Desenho Urbano	A1
Painel 8 - Desenho Urbano	A1
Painel 9 - Desenho Urbano	A1
Painel 10 - Desenho Urbano	A0
Painel 11 - Módulo Habitacional	A1
Painel 12 - Evolução / Construtividade	A1
Painel 13 - Construtividade	A1
Painel 14 - Construtividade /Materialidade	A1
Painel 15 - Interiores	A1



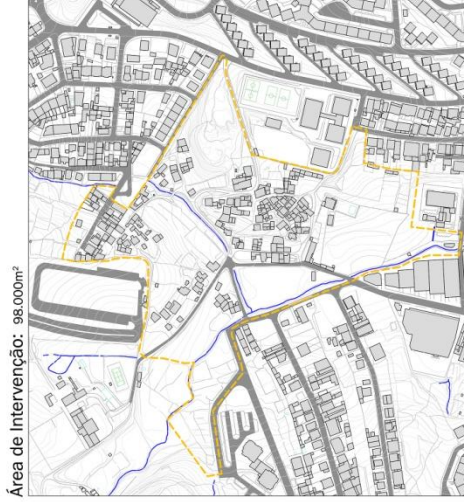
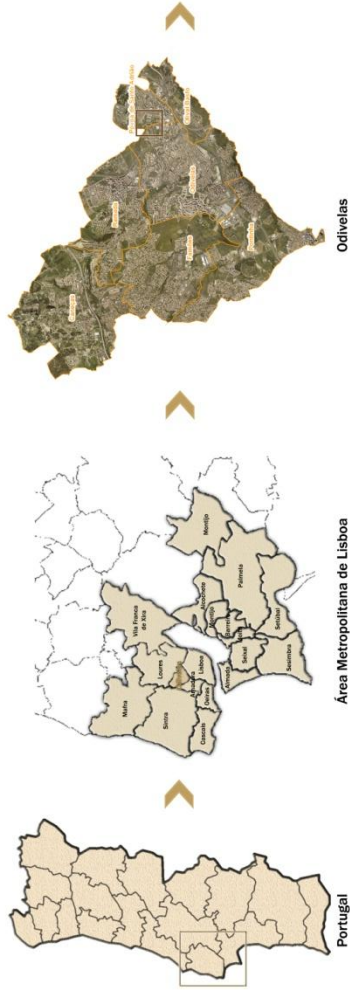


CONSTRUIR COM A TERRA

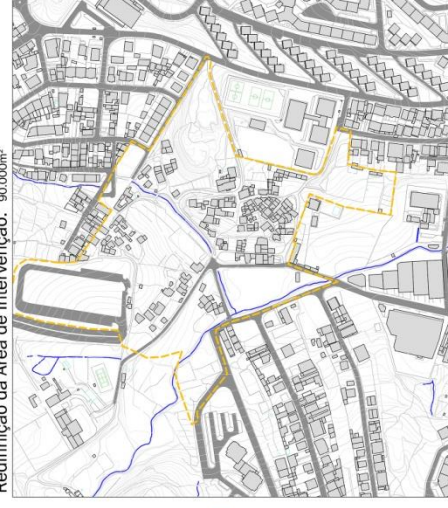
Projecto da autoria de Susana Reis Duarte para obtenção do grau de Mestre em Arquitectura sob orientação do Prof. Dr. Arq. Pedro Rodrigues e do Prof. Dr. Eng. Jorge Bastos  
Ano lectivo 2012/13

Ano lectivo 2012/13

Localização:



Área de Intervenção: 98.000m<sup>2</sup>



Redefinição da Área de Intervenção: 90.000m<sup>2</sup>

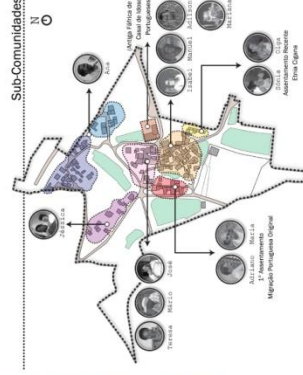
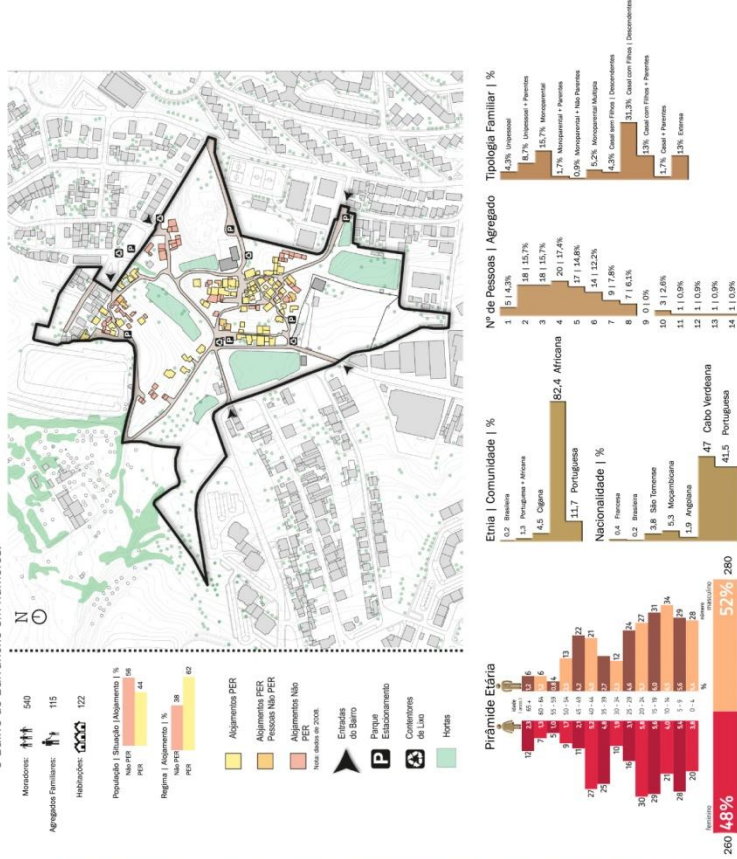


# O Bairro do Barruncho

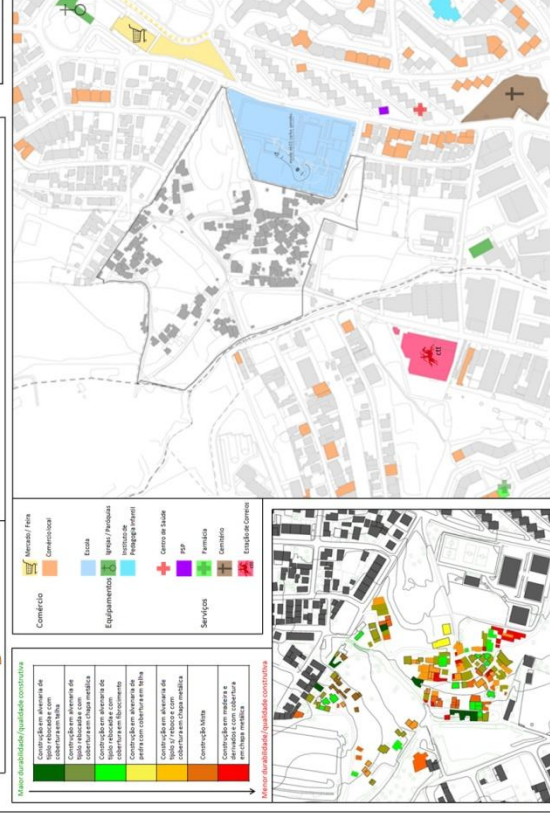
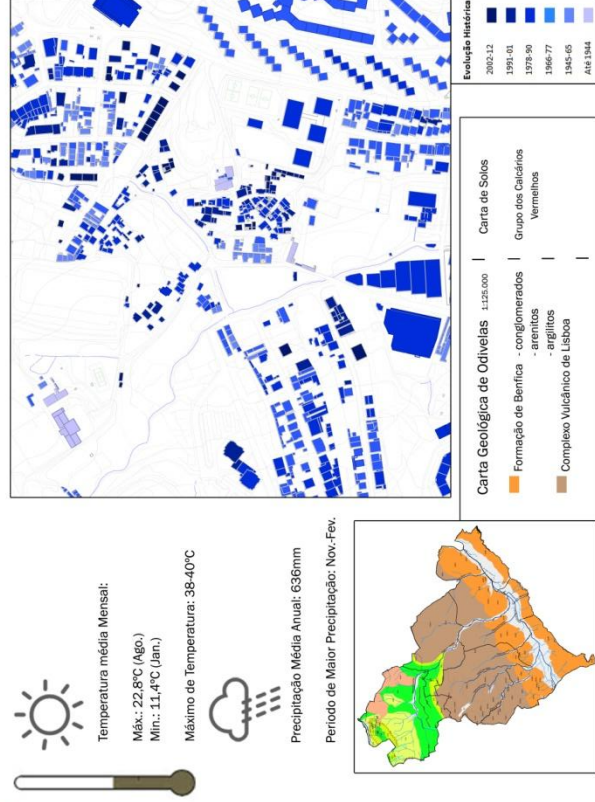
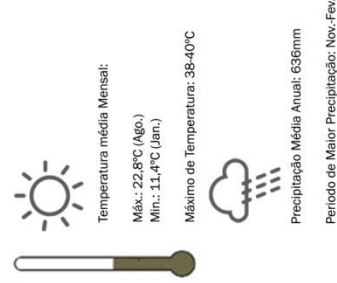
1:2.000



O Bairro do Barruncho em números:



Vista Aérea de Sul



## 5. "Largo Oeste"



7. Antiga Fábrica de Peles - Marco Visual



6. Rua 13 de Maio - Eixo Principal do Bairro



### 8. "Rua de Baixo"



9 Rátio Comum - Problema de drenagem



1 Pátio do Sr. Pedro - Partilha Comunitária



11. "Rua dos Portugueses"



12. "Rua da Comunidade Cigana"



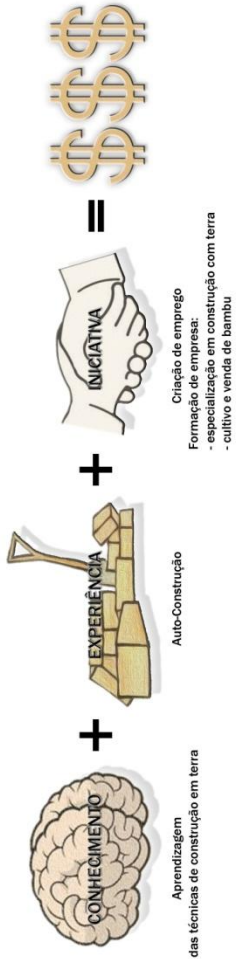
13. Preparação de Refeição no Exterior /Moradores



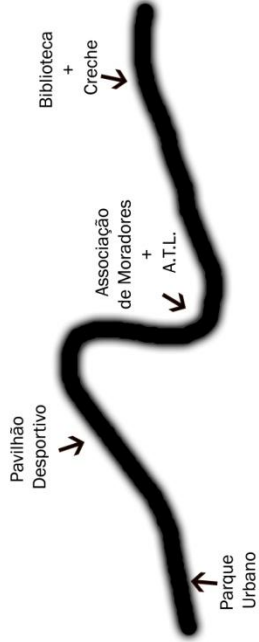




LÓGICA DE VIABILIDADE PARA O BAIRRO:



Conceito Global - Eixo Gerador



1º Requalificar o Espaço Público

Espaços Públicos



Hierarquia de Percursos / Estacionamento

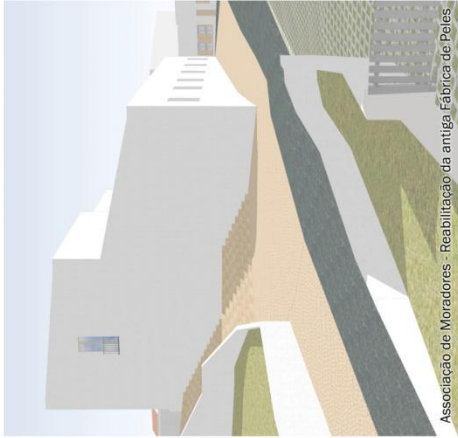


Greija de enlameamento



Banco em Taipa

(com fundação e topo em cimento)



Associação de Moradores - Reabilitação da antiga fábrica de Peles

Lema: “Redignificar/Resignificar”

VISÃO ESTRATÉGICA

- 1º** Requalificar o Espaço Público
- Definir os percursos de passagem e as áreas de permanência
  - Definir hierarquias - Criar espaços de interação
  - Permitir o atravessamento este-oeste
- 2º** Manter e/ou reabilitar as Habitações Existentes (sempre que viável)
- Garantir o acesso às infraestruturas básicas (água, esgotos, electricidade e gás)
  - Promover as condições de conforto e salubridade

- 3º** Construir Equipamentos de Apoio à População
- Creche e Centro de Actividades de Tempos-Livres
  - Associação de Moradores
  - Localização de serviços ao longo dos espaços públicos principais
  - Integrar no plano a futura estação de metropolitano prevista em PDM

- 4º** Manter e Expandir, quando possível, as Hortas Urbanas Existentes
- Associar hortas comunitárias à Ribeira do Barruncho



Proposta Urbana para o Bairro do Barruncho 1:2.000

2º Habitação

Habitações Novas vs Habitações Reabilitadas



Tipologia das novas habitações: Moradas unifamiliares de 2 pisos



3º Equipamentos de Apoio à População

Equipamentos e Serviços



4º Hortas Urbanas



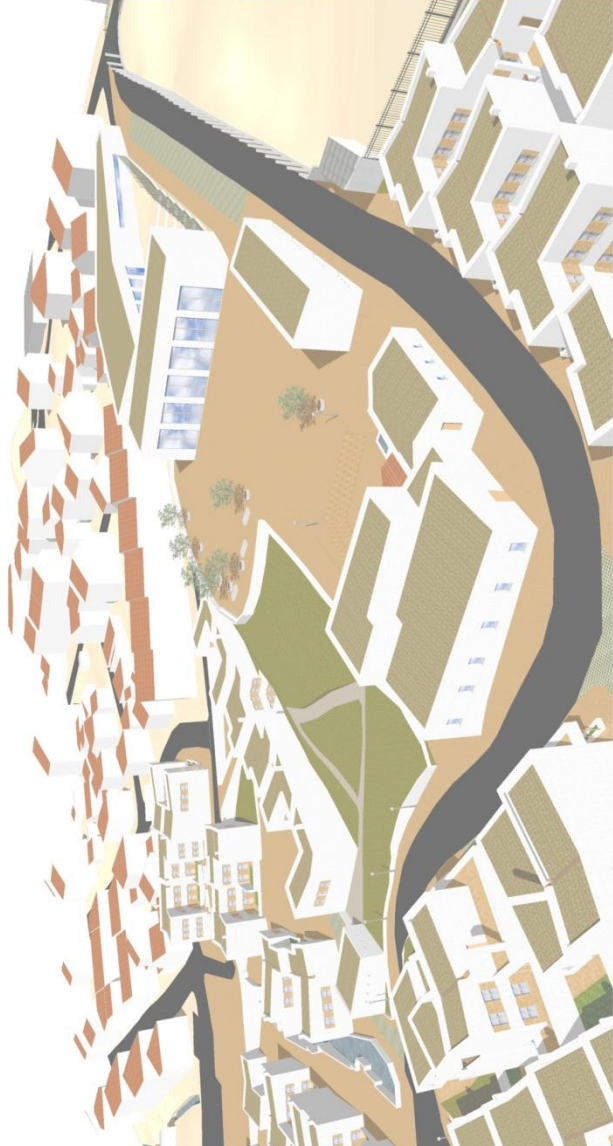
Unidades de Execução  
Estruturas de construção prioritária  
(nestas áreas encontram-se habitações existentes)







Alto do Miradouro



Anfiteatro exterior - Associação de Moradores



Vista do Miradouro



Vista do Largo Norte



Parque Urbano - Campo de Jogos



Horta



Estação de Metro - Plataforma Multimodal



Passagem de ligação inferior - Canal de retenção de águas para rega









Planta à cota 31.5

1:200



- Entrada de Edifício
  - Estrada Alcatroada
  - Calçada em cubos de Calcário
  - Grelha de Envelamento
  - Coberturas Verdes
- Hortas comunitárias
  - Caminhos em gravilha
  - Áreas Verdes Públicas
  - Campos de Jogos
  - Candeieiros Públicos

Reabilitação dos percursos pedonais existentes



Reabilitação da "rua dos portugueses"









Planta à cota 38

1:200



- Entrada de Edifício
- Estrada Alcatroada
- Calçada em cubos de Calcário
- Grelha de Envelamento
- Pátios
- Coberturas Verdes
- Hortas comunitárias
- Caminhos em gravilha
- Áreas Verdes Públicas
- Campos de Jogos
- Candeieiros Públicos

Nova ligação vertical









Planta à cota 42.5

1:200



- Entrada de Edifício
  - Estrada Alcatroada
  - Calçada em cubos de Calcário
  - Grelha de Envelamento
  - Pátios
  - Coberturas Verdes
- Hortas comunitárias
  - Caminhos em gravilha
  - Áreas Verdes Públicas
  - Campos de Jogos
  - Candeieiros Públicos









# CONSTRUIR COM A TERRA

- UMA PROPOSTA DE INTERVENÇÃO NO BAIRRO DO BARRUNCHO, ODIVELAS

Projecto da autoria de Susana Reis Duarte para obtenção do grau de Mestre em Arquitectura  
sob orientação do Prof. Dr. Arq. Pedro Rodrigues e do Prof. Dr. Eng. Jorge Bastos

Ano lectivo 2012/13

Planta à cota 47.5

1:200



- Entrada de Edifício
- Estrada Alcatroada
- Hortas comunitárias
- Calçada em cubos de Calciário
- Caminhos em gravilha
- Grelha de Envelhecimento
- Áreas Verdes Públicas
- Pátios
- Campos de Jogos
- Coberturas Verdes
- Candeieiros Públicos









Planta à cota 50.5

1:200



- Entrada de Edifício
  - Estrada Alcatroada
  - Calçada em cubos de Calcário
  - Grelha de Envelamento
  - Pátios
  - Coberturas Verdes
- Hortas comunitárias
  - Caminhos em gravilha
  - Áreas Verdes Públicas
  - Campos de Jogos
  - Candeieiros Públicos




















Planta de Coberturas 1:200

-  Entrada de Edifício
-  Estrada Alcatroada
-  Calçada em cubos de Calcário
-  Grelha de Envelamento
-  Pátios
-  Coberturas Verdes
-  Hortas comunitárias
-  Caminhos em gravilha
-  Áreas Verdes Públicas
-  Campos de Jogos
-  Candeieiros Públicos





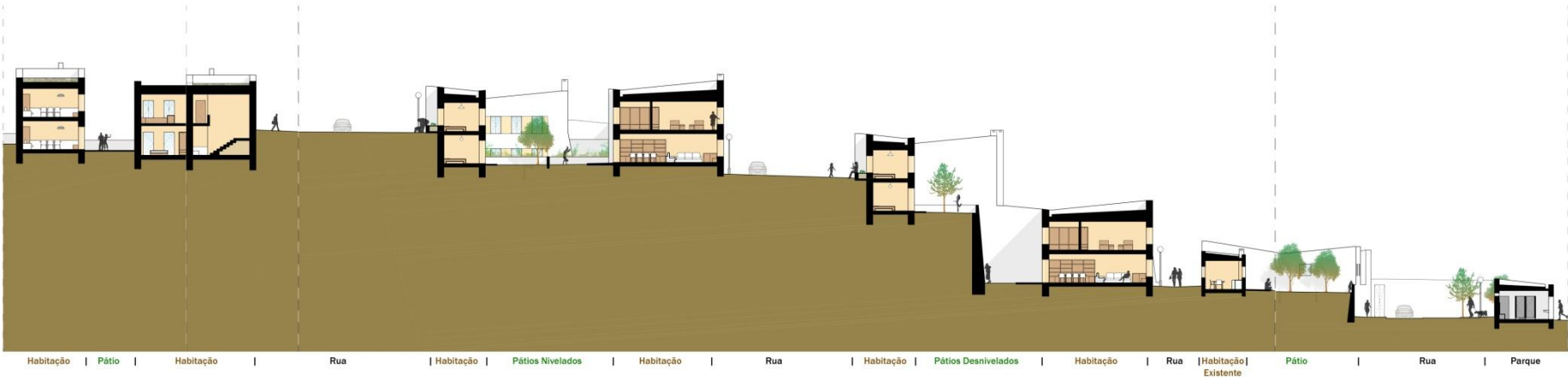


Cortes 1:200

Corte A-A'



Corte Transversal B-B'



Corte C-C'



Rehabilitação das Habitações Existentes

- Isolamento Térmico pelo Exterior + Reboco e Pintura de Cal
- Substituição da Cobertura por Cobertura Plana Verde + Introdução de Chaminés
- Outras Melhorias Diversas

Escala: 1:200, excepto quando indicado

Localização (1:2.000): (A numeração indicada corresponde aos registos no PER)	Planta Existente (Dados obtidos a partir de levantamento no local)	Planta Proposta





CONSTRUIR COM A TERRA

Projecto da autoria de Susana Reis Duarte para obtenção do grau de Mestre em Arquitectura

sob orientação do Prof. Dr. Arq. Pedro Rodrigues e do Prof. Dr. Eng. Jorge Bastos

Ano lectivo 2012/13

UMA PROPOSTA DE INTERVENÇÃO NO BAIRRO DO BARRINCHO, ODIVELAS

Projecto da autoria de Susana Reis Duarte para obtenção do grau de Mestre em Arquitectura

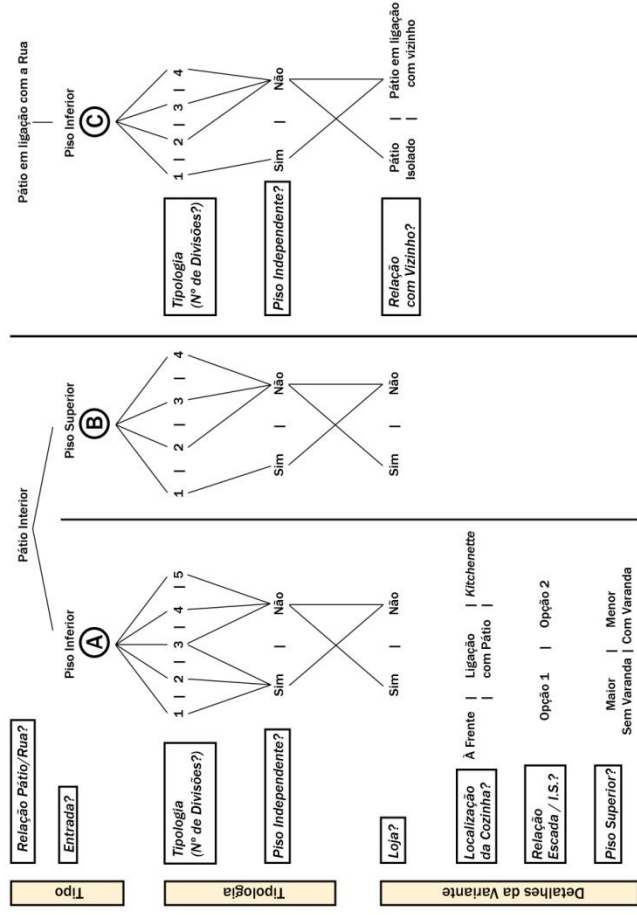
sob orientação do Prof. Dr. Arq. Pedro Rodrigues e do Prof. Dr. Eng. Jorge Bastos

Ano lectivo 2012/13

# Módulo Habitacional 11

UM MÓDULO = INFINITAS VARIANTES

### Questionário para escolha da Variante



**Total de Variantes:** 94 variantes do tipo A + 9 variantes do tipo B + 9 variantes do tipo C = 112 variantes

Identificação da Variante:	Tipo (A/B/C)	Tipologia	Detalhes da Variante
----------------------------	--------------	-----------	----------------------

[illegible]

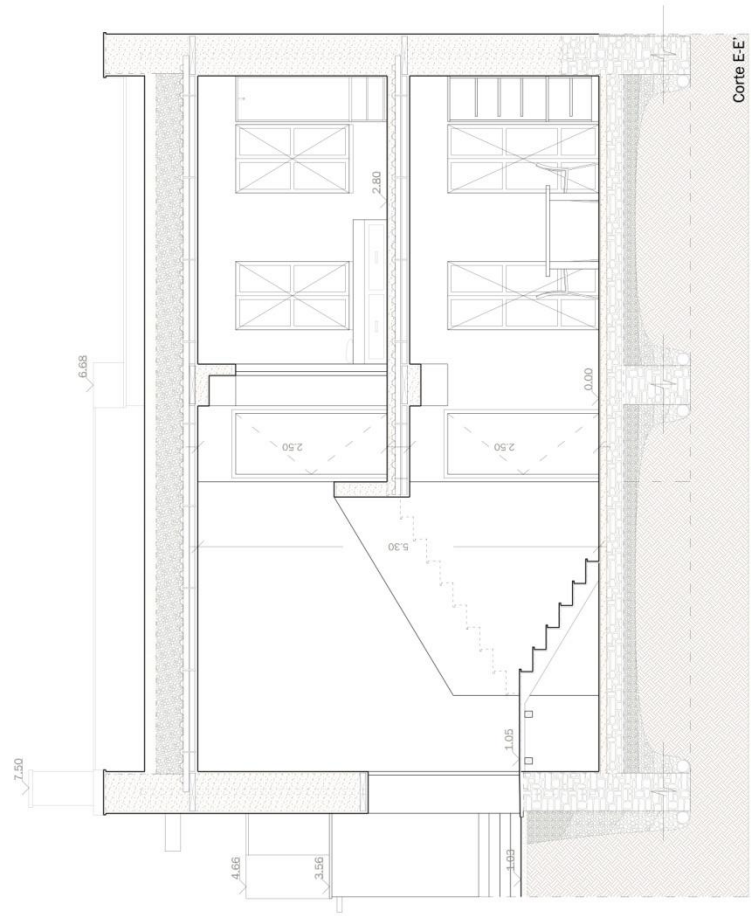
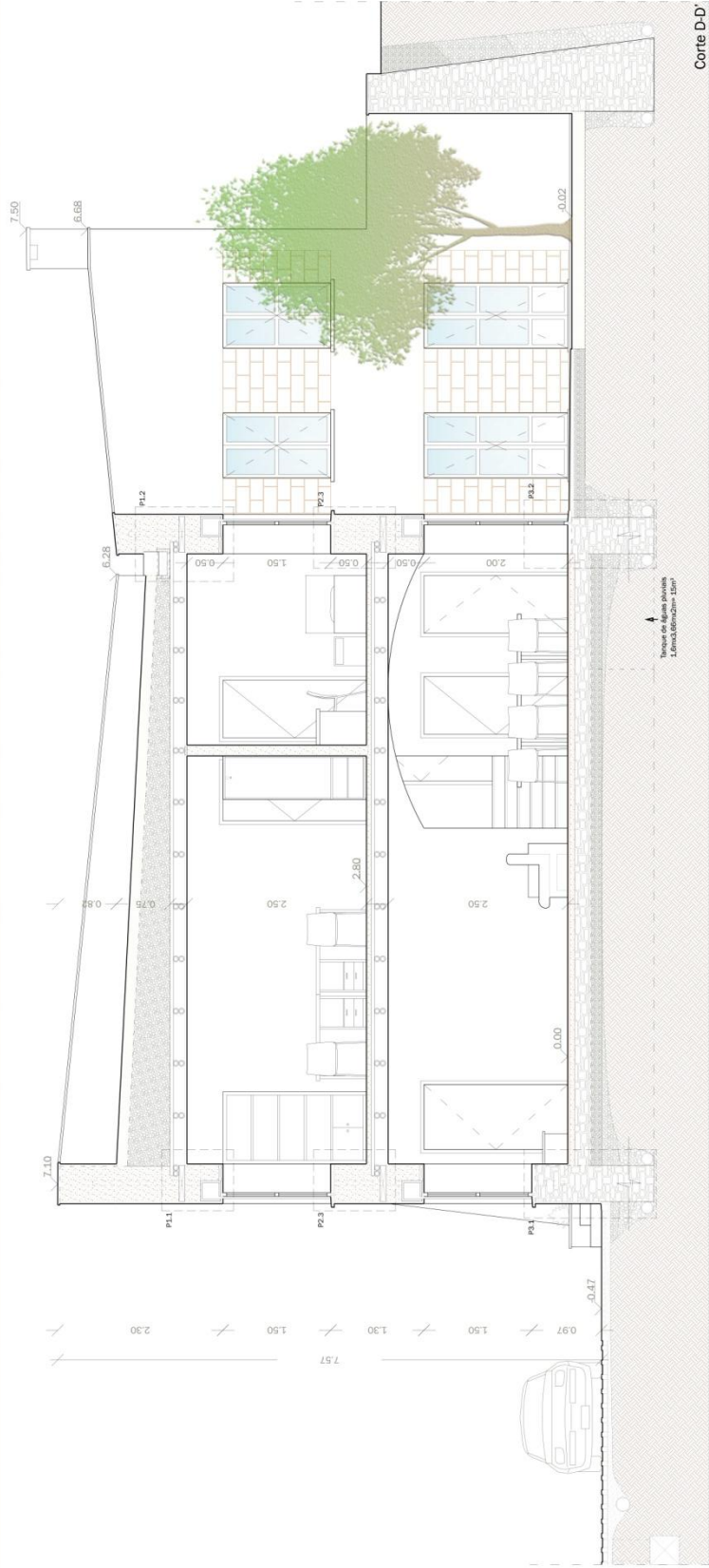




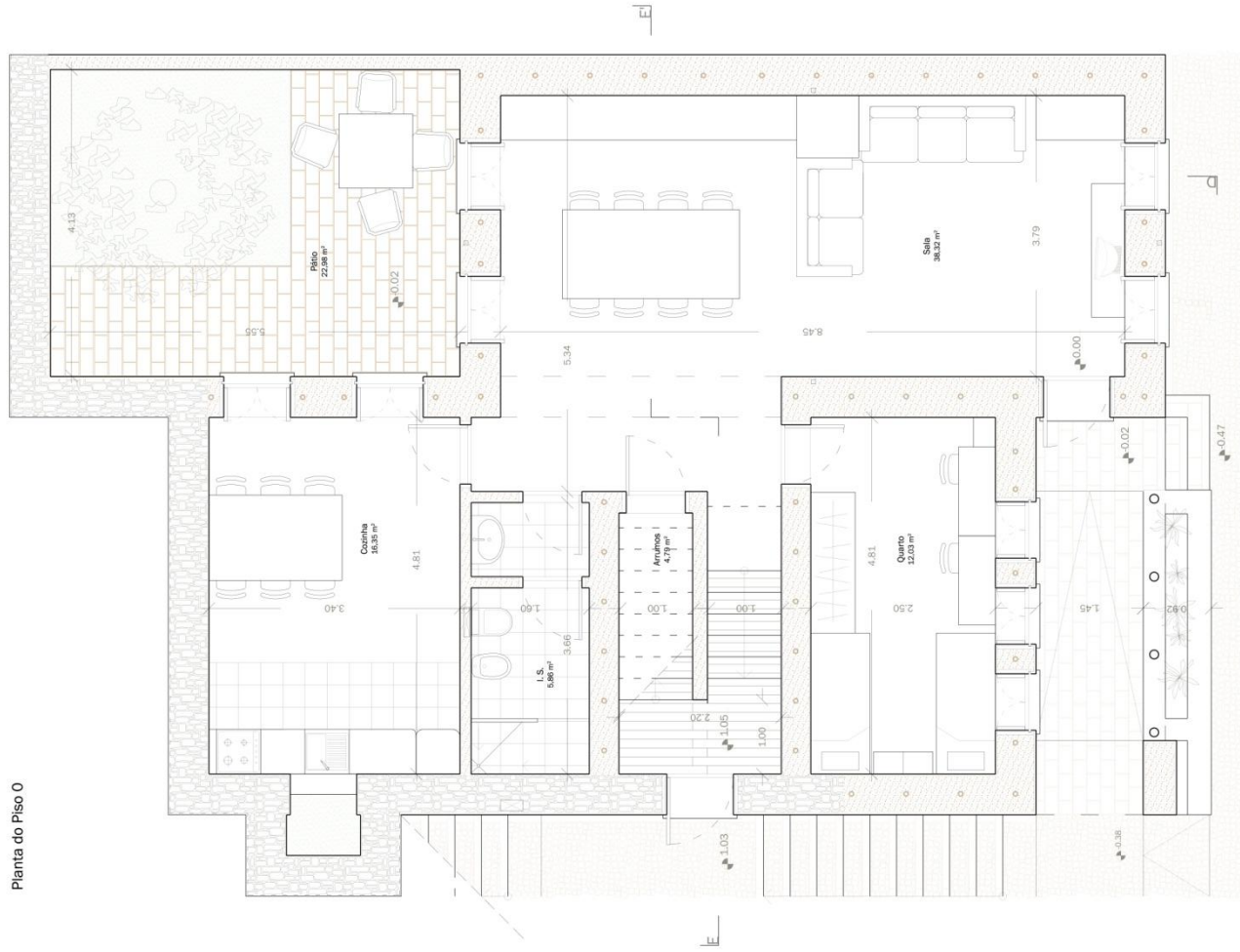








Planta do Piso 0



Planta do Piso 1

